

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

ТОМЧУК ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

УДК: 631.153.7:635.126(477.4)(292.485)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ  
ОЗИМОГО НА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТРЕБИ В УМОВАХ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 О.М. Томчук

Науковий керівник:

Цицюра Ярослав Григорович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Вінниця – 2026

## АНОТАЦІЯ

*Томчук О.М.* Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого на біоенергетичні потреби в умовах Правобережного Лісостепу України – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, 2026.

Дисертаційна робота присвячена вивченню процесів росту і розвитку рослин ріпаку озимого, формування високої врожайності та потенційної біоенергетичної якості насіння шляхом оптимізації елементів технології його вирощування за комбінованого використання поліпшеного варіанту основного блоку удобрення, препаратів ріст регулятивної дії з фунгіцидним ефектом та системи позакореневих підживлень мікродобривами.

У вступі дисертації обґрунтовано актуальність, мету, завдання, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів дослідження.

Перший розділ присвячено огляду наукової літератури щодо народногосподарського значення та біоенергетичного потенціалу ріпаку озимого. Систематизовано сучасні підходи до удобрення ріпаку озимого з позиції строків, норм та форм мінеральних добрив. Проаналізовано роль макро- і мікроелементів у забезпеченні якості як насіння, так і рослинних олій та вплив на ефективність біоенергетичного використання насіння ріпаку озимого.

У другому розділі подано детальну оцінку ґрунтових і гідротермічних умов за період досліджень з позиції оптимальності для реалізації урожайного та біоенергетичного потенціалу ріпаку озимого. Наведено також детальну оцінку досліджуваних гібридів ріпаку озимого, а також повну характеристику застосованих методів у реалізації передбаченої програми та завдань досліджень.

В експериментальній частині дисертації деталізовано та проаналізовано результати за період досліджень, а саме: особливості феностадійного розвитку рослин, динаміку вертикального та радіального їх росту, наростання вегетативної маси, формування та продуктивність листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу посіву, чистої продуктивності фотосинтезу, розширений спектр

показників структури індивідуальної насіннєвої продуктивності, олійності насіння та цілий ряд показників якості отриманого врожаю та олії з нього (жирнокислотний склад, біоенергетичні еквіваленти, біопалива потенційна якість та продуктивність залежно від чинників, які досліджували.

За результатами сформованого масиву даних обґрунтовано виробничу доцільність відповідних агротехнологічних варіантів підкріплену результатами економічної та біоенергетичної оцінки, а також оцінки на конкурентоспроможність на підставі чого запропоновано оптимальні елементи технології вирощування гібридів ріпаку озимого.

У результаті проведених досліджень встановлено, що максимально продуктивна архітектоніка рослин ріпаку озимого у поєднанні таких ознак як висота стебла, діаметр стебла в основі, товщина стінок стебла, кількість бічних галузень стебла, вагова біопродуктивність з усередненим індексом росту 1,28 досягається на варіанті максимальної інтенсифікації факторів поставлених на вивчення (поліпшений блок основного удобрення (Діамофоска +1S (144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 20 КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)) (по мерзлоталому ґрунту) – загальна норма  $N_{100}P_{60}K_{60}S_{30}$ ) + система із подвійного застосування рістрегуляторів з вираженим фунгіцидним ефектом (ВВСН 14–16 та ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) при застосуванні двохразової системи позакореневих підживлень (ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га)).

Встановлено, що застосування дворазового внесення рістрегулюючих препаратів з вираженим фунгіцидним ефектом у технологічній схемі ВВСН 14–16 та ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) забезпечило середню біологічну ефективність зниження поширеності основних хвороб ріпаку озимого на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 63–65) на рівні 77,8%.

Визначено, що максимальна площа листової поверхні ріпаку озимого була сформована на фазу цвітіння у вже згадуваному варіанті максимальної інтенсифікації факторів поставлених на вивчення при поєднанні поліпшеного

варіанту основного блоку удобрення на фоні дворазового застосування регуляції росту рослин та дворазового застосування позакореневих підживлень – 43,48 тис. м<sup>2</sup>/га у гібриду Домінатор та 41,51 тис. м<sup>2</sup>/га в гібриду Абсолют з приростом до варіанту з мінімальним набором факторів оптимізації (базовий блок основного удобрення (Діамофоска 231 кг/га (131 кг/га під оранку + 100 кг/га при посіві) + ВВСН 20 карбамід (167 кг/га) (по мерзлоталому ґрунту) – загальна норма: N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>)) за відсутності ріст регуляції та позакореневих підживлень) – 7,47 тис. м<sup>2</sup>/га (20,7%) у гібриду Домінатор та 7,96 тис. м<sup>2</sup>/га (23,7%) у гібриду Абсолют. При порівнянні цих же рубіжних варіантів дослідів було визначено формування відповідних максимального та мінімального показника ЧПФ на фазу цвітіння (ВВСН 63–65) – 4,57 г/м<sup>2</sup> за добу і 3,62 г/м<sup>2</sup> за добу в гібриду Домінатор та 4,34 г/м<sup>2</sup> за добу і 3,59 г/м<sup>2</sup> за добу в гібриду Абсолют.

За результатами зведеного порівняння варіантів поліпшеного і базового блоку основного удобрення у взаємодії з факторами рістрегуляції та застосування позакореневих підживлень – середньобогаторічний приріст урожайності насіння склав показник 1,35 т/га (54,7%) у гібриду Домінатор та 1,24 т/га (53,4%) у гібриду Абсолют. Визначено функціональну значимість рістрегуляції в реалізації урожайного потенціалу гібридів ріпаку озимого – при порівнянні середнього показника варіантів з рістрегуляцією та за її відсутності з середньобогаторічною часткою приросту фактичної урожайності 0,82 т/га (27,9%) для гібрида Домінатор та 0,65 т/га (23,1%) для гібрида Абсолют. У порівнянні варіантів застосування листових підживлень приріст урожайності насіння для гібрида Абсолют від застосування Розалік (В) (1 л/га) у фазу стеблуння (ВВСН 31–34) був 0,32 т/га (9,1%). Для варіантів з внесенням Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) (ВВСН 51–53) – 0,45 т/га (12,8%), а для їх поєднаного внесення 0,59 т/га (17,5%). Для гібрида Домінатор дані показники були 0,29 т/га (8,1%), 0,39 т/га (10,7%) та 0,50 т/га (15,2%) відповідно.

За результатами обліку показника олійності насіння у межах технологічних варіантів дослідів визначено вагомий вплив на цей показник досліджуваних факторів. Середня олійність насіння по варіантах застосування



рістрегуляції порівняно з варіантами без неї була на 0,93% вищою для гібрида Домінатор та на 0,53% вищою у гібриду Абсолют. Одноразове внесення мікродобрива Розасоль (В) у випадку гібрида Домінатор забезпечило приріст вмісту олії в абсолютному значенні на рівні 0,62%. У випадку застосування мікродобрива Розасоль 18-18-18+МЕ приріст показника склав 1,03%, а за комбінованого варіанту даних мікродобрив – 2,0%. Для гібрида Абсолют аналогічні показники були 1,18%, 1,59% та 2,39% відповідно.

Доведено можливість поліпшення жирнокислотного складу насіння шляхом застосування комбінованого поєднання відповідного фону основного блоку удобрення, рістрегуляції та позакоренових підживлень. За результатами порівняння поліпшеного блоку основного удобрення та базового в гібриду Домінатор визначено у середньобагаторічному вимірі зростання в абсолютному виразі вмісту таких жирних кислот: пальмітинова (С 16:0) на 0,125%, стеаринова (С 18:0) на 0,051%, олеїнова (С 18:0) на 1,311%, арахінова (С 20:0) на 0,045% та ейкозенова (С 20:1) на 0,124%. Навпаки, зниження вмісту визначено для таких жирних кислот, як пальмітолеїнової (С 16:1) на 0,05%, лінолевої (С 18:2) на 0,61% та ліноленової (С 18:3) на 1,0%. Для жирнокислотного профілю насіння гібрида Абсолют визначено наступну динаміку – зростання: стеаринова (С 18:0) на 0,066%, олеїнова (С 18:0) на 1,900%, арахінова (С 20:0) на 0,083% та ейкозенова (С 20:1) на 0,021% за зниження: пальмітинова (С 16:0) на 0,154%, пальмітолеїнова (С 16:1) на 0,063%, лінолева (С 18:2) на 0,44% та ліноленова (С 18:3) на 1,43%. Для варіанту застосування рістрегуляторів зміни були подібними з додатковим зростанням вмісту олеїнової кислоти (С 18:0) на 0,325% та зниження вмісту лінолевої (С 18:2) та ліноленової (С 18:3) на 0,218% та 0,126% відповідно. При цьому визначено при порівнянні варіанту максимальної інтенсифікації факторів поставлених на вивчення до варіанту мінімальної інтенсифікації (базовий блок основного удобрення, відсутність ріст регуляції та позакоренових підживлень) у середньобагаторічному значенні для гібридів зростання частки насичених жирних кислот на 0,37%, мононенасичених жирних кислот на 2,0%, за

зниження частки поліненасичених жирних кислот на 2,4% та таких коефіцієнтів у відносному виразі як десатурації лінолевої кислоти (на 9,3%), співвідношення полінасичених та мононасичених жирних кислот (на 12,7%), загальної десатурації (на 9,6%). Залежно від гібридів ріпаку озимого для цього ж співставленні було відмічено ріст показника цетанового числа на 0,761–0,803 одиниць, зниження кінематичної в'язкості на 0,033 мм<sup>2</sup>/с – 0,045 мм<sup>2</sup>/с та зростання показника теплоти згорання на 0,126–0,132 Мдж/кг.

За результатами калькуляції показників економічної та енергетичної ефективності варіантів досліджень для менш урожайного гібрида ріпаку озимого Абсолют визначено ефективність та виробничу доцільність застосування варіанту, який поєднував поліпшений блок основного удобрення, дворазову рістрегуляцію в осінній та весняний період розвитку ріпаку озимого за використання комбінації Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) у поєднанні з використанням системи двох позакоренових підживлень (ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га)). У даному варіанті одержано максимальний прибуток 56,28 тис. грн./га з рентабельністю в 161,7% за значення коефіцієнта інтегральної оцінки 1,39, коефіцієнту комплексної оцінки на конкурентоспроможність 1,41 та коефіцієнту енергетичної ефективності 2,56, що, відповідно, було вищим у 1,5, 1,6 і 1,7 рази порівняно з варіантом мінімального факторного навантаження (базовий блок основного удобрення, відсутність рістрегуляції та позакоренових підживлень).

Узагальнюючи результати проведених досліджень, підтверджено робочу гіпотезу, покладену в основу програми досліджень, згідно з якою застосування комбінованого варіанту оптимізації технологій вирощування ріпаку озимого забезпечує поліпшення його біоенергетичного потенціалу та сприяє підвищенню ефективності вирощування культури для біоенергетичних цілей.

Ключові слова: ріпак озимий, гібрид, елементи технології, удобрення, фонове мінеральне живлення, рістрегулятори, фунгіцидний ефект, позакореневі підживлення, мікродобрива, олійність, урожайність, якість насіння, біоенергетичний потенціал, біопаливо, жирнокислотний склад.

## **ABSTRACT**

Tomchuk O.M. Optimization of Winter Rapeseed Cultivation Technology Elements for Bioenergy Purposes under the Conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine – Qualification Research Work (Manuscript). Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, specialty 201 – Agronomy. Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, 2026.

The dissertation is devoted to the study of the growth and development processes of winter rapeseed plants, the formation of high yield and the potential bioenergy quality of seeds through the optimization of cultivation technology elements by combining an improved variant of the main fertilization block, growth-regulating preparations with fungicidal effects, and a system of foliar applications of micronutrient fertilizers.

The introduction of the dissertation substantiates the relevance, purpose, objectives, scientific novelty, and practical significance of the obtained research results.

The first chapter is devoted to a review of scientific literature concerning the economic significance and bioenergy potential of winter rapeseed. Modern approaches to the fertilization of winter rapeseed in terms of timing, rates, and forms of mineral fertilizers are systematized. Programs and methods of applying retardants and their importance in realizing the productivity of winter rapeseed plants are evaluated. The role of microelements in ensuring the quality of both seeds and vegetable oils is analyzed. Particular attention is given to the influence of fertilizers and other agrochemicals on the quality of vegetable oils and their potential impact on the efficiency of bioenergy use of winter rapeseed seeds.

The second chapter provides a detailed assessment of soil and hydrothermal conditions during the research period from the standpoint of their suitability for realizing the yield and bioenergy potential of winter rapeseed. The chapter also presents a comprehensive evaluation of the studied winter rapeseed hybrids and a complete description of the methods and methodologies applied in implementing the planned research program and objectives.

In the experimental part of the dissertation, the results obtained during the

research period are detailed and analyzed, namely: the characteristics of the phenological-stage development of the plants, the dynamics of their vertical and radial growth, the accumulation of vegetative biomass, the formation and productivity of the leaf surface, the photosynthetic potential of the crop, net photosynthetic productivity, an extended range of indicators of the structure of individual seed productivity, seed oil content, and a wide set of parameters related to the quality of the harvested yield and the oil derived from it (fatty acid composition, bioenergy equivalents, potential biofuel quality and productivity depending on the studied factors). The importance of the genotypic characteristics of winter rapeseed in realizing the potential yield and bioenergy capacity is outlined, taking into account their maturity groups and adaptive potential (resistance to adverse abiotic and biotic conditions).

Based on the compiled dataset, the economic feasibility of the corresponding agrotechnological variants was substantiated, supported by economic and bioenergy assessments as well as competitiveness evaluation. On this basis, optimal technological elements for cultivating winter rapeseed hybrids were proposed.

As a result of the conducted research, it was established that the most productive architectural structure of winter rapeseed plants – combining such traits as stem height, stem diameter at the base, stem wall thickness, number of lateral branches, and the corresponding levels of biomass productivity (in terms of dry matter yield) with an average growth index of 1.28 – was achieved under conditions of maximum intensification of the studied factors. This included an improved main fertilization block (Diamophoska +1S (144 kg/ha applied during plowing) + Rosafert 15-15-15 (150 kg/ha at sowing); BBCH 20 UAN-32 (189 L/ha) + ammonium thiosulfate (22 L/ha) applied on thawing soil –overall rate  $N_{100}P_{60}K_{60}S_{30}$ ) combined with a system of double application of growth regulators with fungicidal effects (BBCH 14–16 and BBCH 35–39: Caramba Turbo (0.65 L/ha) + Bukat (0.35 L/ha)) and a two-step foliar fertilization system (BBCH 31–34: Rozalik (B) (1 L/ha) + BBCH 51–53: Rozasol 18-18-18+ME (3 kg/ha)).

It was established that the double application of growth-regulating preparations with a pronounced fungicidal effect in the technological scheme at BBCH 14–16 and BBCH 35–39 stages – Caramba Turbo (0.65 L/ha) + Bukat (0.35 L/ha) – ensured an

average biological effectiveness of reducing the prevalence of major winter rapeseed diseases at the flowering stage (BBCH 63–65) by 77.8%.

It was determined that the maximum leaf area index of winter rapeseed was formed at the flowering stage under the already mentioned variant of maximum intensification of the studied factors – combining the improved main fertilization block with two growth-regulator applications and two foliar fertilizations. The leaf area reached 43.48 thousand m<sup>2</sup>/ha for the hybrid *Dominator* and 41.51 thousand m<sup>2</sup>/ha for the hybrid *Absolut*. Compared to the variant with the minimum set of optimization factors (basic fertilization block: Diamophoska 231 kg/ha (131 kg/ha before plowing + 100 kg/ha at sowing) + BBCH 20 urea 167 kg/ha on thawing soil; total rate N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>), without growth regulation or foliar feeding, these values were higher by 7.47 thousand m<sup>2</sup>/ha (20.7%) for *Dominator* and 7.96 thousand m<sup>2</sup>/ha (23.7%) for *Absolut*.

For these same boundary variants of the experiment, maximum and minimum values of net photosynthetic productivity during flowering (BBCH 63–65) were identified: 4.57 g/m<sup>2</sup>/day and 3.62 g/m<sup>2</sup>/day for *Dominator*, and 4.34 g/m<sup>2</sup>/day and 3.59 g/m<sup>2</sup>/day for *Absolut*.

According to the results of comparative analysis of the improved and basic fertilization blocks in interaction with growth regulation and foliar nutrition, the average multi-year increase in seed yield amounted to 1.35 t/ha (54.7%) for the hybrid *Dominator* and 1.24 t/ha (53.4%) for the hybrid *Absolut*. The functional significance of growth regulation in realizing the yield potential of winter rapeseed hybrids was confirmed: when comparing variants with and without growth regulation, the average multi-year increase in actual yield reached 0.82 t/ha (27.9%) for *Dominator* and 0.65 t/ha (23.1%) for *Absolut*.

A positive effect of foliar fertilization variants on the actual seed yield of winter rapeseed hybrids was identified. For *Absolut*, the yield increase from applying Rozalik (B) (1 L/ha) at stem elongation (BBCH 31–34) was 0.32 t/ha (9.1%); from applying Rozasol 18-18-18+ME (3 kg/ha) at BBCH 51–53 – 0.45 t/ha (12.8%); and from their combined application – 0.59 t/ha (17.5%). For *Dominator*, the corresponding increases were 0.29 t/ha (8.1%), 0.39 t/ha (10.7%), and 0.50 t/ha (15.2%).

A significant influence of growth regulation and foliar fertilization on seed oil content was identified across the technological variants of the experiment. The average oil content in variants with growth regulation was 0.93% higher for the hybrid *Dominator* and 0.53% higher for *Absolut* compared with variants without it. In comparison with the variant without micronutrient application, a single foliar application of Rozasol (B) at the stem elongation stage resulted in an absolute increase of 0.62% in oil content for *Dominator*. When Rozasol 18-18-18+ME was applied at the budding stage, the increase reached 1.03%, and under the combined application of both micronutrient fertilizers – 2.0%. For the hybrid *Absolut*, the corresponding increases were 1.18%, 1.59%, and 2.39%, respectively.

The possibility of improving the fatty acid composition of rapeseed oil through a combined use of the enhanced baseline fertilization block, growth regulation, and foliar nutrition was demonstrated. A comparison of the improved and basic fertilization blocks for *Dominator* showed an average multi-year absolute increase in the content of the following fatty acids: palmitic acid (C16:0) by 0.125%, stearic acid (C18:0) by 0.051%, oleic acid (C18:1) by 1.311%, arachidic acid (C20:0) by 0.045%, and eicosenoic acid (C20:1) by 0.124%. At the same time, a clear decreasing trend was observed for: palmitoleic acid (C16:1) by 0.05%, linoleic acid (C18:2) by 0.61%, and linolenic acid (C18:3) by 1.0%.

For the hybrid *Absolut*, the dynamics showed increases in stearic acid (C18:0) by 0.066%, oleic acid (C18:1) by 1.900%, arachidic acid (C20:0) by 0.083%, and eicosenoic acid (C20:1) by 0.021%, along with reductions in palmitic acid (C16:0) by 0.154%, palmitoleic acid (C16:1) by 0.063%, linoleic acid (C18:2) by 0.44%, and linolenic acid (C18:3) by 1.43%.

For the variants involving growth regulators, the direction of changes was generally similar to those caused by the fertilization block, with the following distinctions: an additional increase in oleic acid (C18:1) content by 0.325%, and further reductions in linoleic acid (C18:2) and linolenic acid (C18:3) by 0.218% and 0.126%, respectively.

A comparison between the variant of maximum intensification of all studied factors (enhanced fertilization block combined with double growth-regulator

application and double foliar feeding) and the minimal-intensity variant (basic fertilization block without growth regulation or foliar feeding) revealed average multi-year increases of 0.37% in saturated fatty acids, 2.0% in monounsaturated fatty acids, and a 2.4% decrease in polyunsaturated fatty acids. Corresponding relative changes were observed in the following coefficients: linoleic acid desaturation (-9.3%), the ratio of polyunsaturated to monounsaturated fatty acids (-12.7%), and total desaturation (-9.6%). In addition, depending on the hybrid, this comparison showed an increase in the cetane number by 0.761–0.803 units, a decrease in kinematic viscosity by 0.033–0.045 mm<sup>2</sup>/s, and an increase in the heating value by 0.126–0.132 MJ/kg.

Based on the calculation of economic and energy-efficiency indicators for the experimental variants involving the lower-yielding winter rapeseed hybrid *Absolut*, the effectiveness and production feasibility of the variant combining the improved basic fertilization block with double growth-regulator application (in autumn and spring) were confirmed. The growth regulators used were Caramba Turbo (0.65 L/ha) + Bukat (0.35 L/ha), applied together with a system of two foliar fertilizations (BBCH 31–34: Rozalik (B) (1 L/ha) + BBCH 51–53: Rozasol 18-18-18+ME (3 kg/ha)).

This variant resulted in the maximum profit of 56.28 thousand UAH/ha with a profitability level of 161.7%, an integral evaluation coefficient of 1.39, a competitiveness index of 1.41, and an energy efficiency coefficient of 2.56, which exceeded the values of the minimal-intensity variant (basic fertilization block without growth regulation or foliar feeding) by 1.5, 1.6, and 1.7 times, respectively.

In summary, according to the presented research results, the working hypothesis underlying the study was confirmed: a combined optimization strategy for winter rapeseed cultivation technology can improve the bioenergy profile of winter rapeseed and ensure higher profitability of its production for bioenergy purposes.

Keywords: winter rapeseed, hybrid, technological elements, fertilization, background mineral nutrition, growth regulators, fungicidal effect, foliar feeding, micronutrients, oil content, yield, seed quality, bioenergy potential, biofuel, fatty acid composition.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародної наукометричної бази даних (Index Copernicus)**

1. Цищора Я.Г., **Томчук О.М.** Вміст олії у насінні ріпаку озимого залежно від застосованих мікроелементів у позакореневі підживлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 5–17. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-1.

URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/vR7F0em1w9EVtlcH8Zjf.pdf>  
(дата звернення 14.01.2026).

(0,44 ум. друк. арк. особистий внесок – проведення закладення дослідів у умовах господарства, збір дослідних даних та їх статистична обробка, аналіз літературних джерел за тематичним спрямуванням статті).

2. Цищора Я.Г., **Томчук О.М.** Індикація системи живлення ріпаку озимого за показниками індукції флуоресценції хлорофілу. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 110–118. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.21.17

URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/500>  
(дата звернення 14.01.2026).

(0,64 ум. друк. арк. особистий внесок – проведення закладення дослідів у умовах господарства, збір дослідних даних та їх статистична обробка, аналіз літературних джерел за тематичним спрямуванням статті).

3. **Томчук О.М.** Віталітет агроценозу ріпаку озимого за різних варіантів удобрення в умовах Лісостепу Правобережної України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. №2 (33). С. 194–208. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-2-16

URL: <http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/0PTw1WPylRwgQnbNmszB.pdf>  
(дата звернення 14.01.2026).

4. **Томчук О.М.** Вплив системи удобрення ріпаку озимого на стан рослин перед входженням у зиму та їх виживаність. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. №4 (35). С. 163–178. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-4-14 URL:

<http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/blqVt3Wiq7XMuDnREus7.pdf>

(дата звернення 14.01.2026).

5. **Томчук О.М.** Формування асиміляційної поверхні ріпаку озимого залежно від варіантів поєднання ріст регулюючих компонентів та удобрення в умовах



Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 143. Ч. 2. С. 114–130. DOI: 10.32782/2226-0099.2025.143.2.16

URL: [https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/143\\_2025/part\\_2/16.pdf](https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/143_2025/part_2/16.pdf) (дата звернення 14.01.2026).

6. **Томчук О.М.** Формування якості насіння ріпаку озимого залежно від комплексних варіантів його удобрення. *Аграрні інновації*. 2025. № 30. С. 151–161. DOI: 10.32848/agraar.innov.2025.30.22

URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/812/825> (дата звернення 14.01.2026).

7. **Томчук О.М.** Вплив використання фунгіцидів з ріст регулюючим ефектом на стан перезимівлі гібридів ріпаку озимого. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 219–227. DOI: 10.32848/agraar.innov.2025.32.31

URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/898/906> (дата звернення 14.01.2026).

8. **Томчук О.М.** Особливості феностадійного розвитку рослин ріпаку озимого залежно від комбінаторики системи його удобрення. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 278–289. DOI: 10.32848/agraar.innov.2025.33.46

URL: <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/961/967> (дата звернення 14.01.2026).

9. **Томчук О.М.** Формування насіннєвої продуктивності гібридів ріпаку озимого залежно від комплексності системи їх удобрення та рістрегуляції в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 145. Частина 2. С. 116–133. DOI: 10.32782/2226-0099.2025.145.2.13

URL: [https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/145\\_2025/part\\_2/15.pdf](https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/145_2025/part_2/15.pdf) (дата звернення 14.01.2026).

#### Інші видання (тези доповідей)

10. **Томчук О.М.** Поліпшення вмісту олії у насінні ріпаку озимого за рахунок оптимізації мікроелементного живлення. *Topical aspects of modern scientific research. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference*. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. 2023. Р. 26–32. URL: <https://sci->

[conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-topical-aspects-of-modern-scientific-research-23-25-11-2023-tokio-yaponiya-arhiv/](https://sci-conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-topical-aspects-of-modern-scientific-research-23-25-11-2023-tokio-yaponiya-arhiv/) (дата звернення 14.01.2026).

11. **Томчук О.М.** Вплив варіантів удобрення на формування якісних показників насіння ріпаку озимого. *«Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих учених»* II Всеукраїнська науково-практична конференція. Полтавський державний аграрний університет. Полтава. 2024. С. 75–77. URL: [https://drive.google.com/file/d/1ky1nD10PZ9Lf1IT8Da6-X8mjT\\_dBJX6m/view](https://drive.google.com/file/d/1ky1nD10PZ9Lf1IT8Da6-X8mjT_dBJX6m/view) (дата звернення 14.01.2026).

12. **Томчук О.М.** Особливості формування площі листя в ріпаку озимого за комбінованого варіанту системи удобрення з ріст регулюючими компонентами *Science and Technology: New Horizons of Development*. Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. May 14-16, 2025. Prague, Czech Republic. P. 32–36. DOI: 10.70286/ISU-14.05.2025

URL: [https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/07/Prague\\_Czech-Republic\\_14.05.25.pdf](https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/07/Prague_Czech-Republic_14.05.25.pdf) (дата звернення 14.01.2026)

13. **Томчук О.** Вплив фунгіцидів-морфорегуляторів росту на формування фенологічного розвитку гібридів ріпаку озимого. *Актуальні питання розвитку сільського господарства: теорія і практика: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Івано-Франківськ, 9 жовтня 2025 року). Оброшине: Видавництво інституту сільського господарства Карпатського регіону, 2025. С. 313–315. DOI: 10.32636/9786178433130/1

14. **Томчук О.М.** Зниження пестицидного навантаження в технологіях вирощування ріпаку озимого внаслідок використання препаратів комбінаторної фітофунгіцидної та ріст регулювальної дії. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів X Міжнародної науково-практичної конференції, 14 жовтня 2025 р., Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2025. С. 3–6.

URL: <https://nmc-vfpo.gov.ua/wp-content/uploads/2025/11/tezy-malynka-14102025.pdf> (дата звернення 14.01.2026).

15. **Томчук О.М.** Вплив удобрення на формування жирнокислотного складу насіння ріпаку озимого. *Global trends in science and education*. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. Kyiv, Ukraine. 2025. P. 22–28. URL: <https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-global-trends-in-science-and-education-5-7-05-2025-kiyiv-ukrayina-arhiv/> (дата звернення 14.01.2026).

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| АНОТАЦІЯ                                                                                                                                                                                                          | 2   |
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ                                                                                                                                                                   | 18  |
| ВСТУП                                                                                                                                                                                                             | 19  |
| РОЗДІЛ 1. ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РІПАКУ<br>ОЗИМОГО ЯК БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА АГРОХІМІЧНІ<br>ЧИННИКИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЙОГО ФОРМУВАННЯ                                                            | 25  |
| 1.1. Біопродуктивний та біоенергетичний потенціал ріпаку<br>озимого                                                                                                                                               | 25  |
| 1.2. Ефективні системи управління урожайністю та якістю насіння<br>озимого ріпаку за рахунок застосування добрив та рістрегулюючих<br>речовин з врахуванням його біологічного адаптивного потенціалу              | 29  |
| Висновки до розділу 1                                                                                                                                                                                             | 40  |
| Список використаної літератури до розділу 1                                                                                                                                                                       | 41  |
| РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ                                                                                                                                                                 | 64  |
| 2.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов проведення<br>досліджень                                                                                                                                            | 64  |
| 2.2. Схема, програма та методика проведення досліджень                                                                                                                                                            | 72  |
| Висновки до розділу 2                                                                                                                                                                                             | 84  |
| Список використаної літератури до розділу 2                                                                                                                                                                       | 85  |
| РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ<br>ФОНОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ, РІСТРЕГУЛЯТОРІВ ТА<br>ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ<br>РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ТА ІНФЕКЦІЙНІСТЬ АГРОЦЕНОЗІВ<br>РІПАКУ ОЗИМОГО | 88  |
| 3.1. Тривалість міжфазних періодів вегетації ріпаку озимого<br>залежно від комплексного поєднання оптимізованих систем<br>мінерального живлення та рістрегулюючих речовин                                         | 88  |
| 3.2. Оцінка морфологічного розвитку озимого ріпаку на стадії<br>осіннього періоду вегетації та процесу перезимівлі рослин залежно від<br>комплексного поєднання оптимізованих систем мінерального живлення        | 104 |

та ріст регулюючих речовин

3.3. Ідентифікація формування біопродуктивності агроценозів гібридів ріпаку озимого залежно від комплексного поєднання оптимізованих систем мінерального живлення та рістрегулюючих речовин в весняно-літній період вегетації 124

3.4 Вплив застосованих варіантів оптимізації живлення та рістрегуляції на інфекційність агроценозів гібридів ріпаку озимого 151

Висновки до розділу 3 156

Список використаної літератури до розділу 3 157

РОЗДІЛ 4. ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФОНОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ, РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ 164

4.1. Динаміка формування площі листкової поверхні залежно від комплексного поєднання фонового мінерального живлення, рістрегулюючих речовин та системи мікродобрив 164

4.2. Динаміка формування фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу залежно від комплексного поєднання фонового мінерального живлення, рістрегулюючих речовин та системи мікродобрив 173

4.3. Показники індукції флуоресценції хлорофілу залежно від сформованого біопотенціалу рослин ріпаку озимого та застосованих варіантів оптимізації їх живлення 183

Висновки до розділу 4 191

Список використаної літератури до розділу 4 192

РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА УРОЖАЙНОГО ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФОНОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ, РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ 197

|                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1. Реалізація урожайного потенціалу гібридів ріпаку озимого залежно від технологічних варіантів оптимізації ростових процесів                                                                                               | 197 |
| 5.2. Показники якості насіння та жирнокислотний склад олії ріпаку озимого залежно від комплексного поєднання фонового мінерального живлення, рістрегулюючих речовин та системи мікродобрив                                    | 214 |
| 5.3. Формування біоенергетичного якісного еквіваленту за потенційним виходом біопалива з олії ріпаку озимого залежно від комплексного поєднання фонового мінерального живлення, рістрегулюючих речовин та системи мікродобрив | 231 |
| Висновки до розділу 5                                                                                                                                                                                                         | 241 |
| Список використаної літератури до розділу 5                                                                                                                                                                                   | 242 |
| РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО НА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТРЕБИ ТА ОЦІНКА ЗАСТОСОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ                                                 | 250 |
| 6.1. Економічна ефективність та конкурентоспроможність технологічних варіантів оптимізації живлення та ростових процесів ріпаку озимого за цільового спрямування отримання біопалив                                           | 250 |
| 6.2. Енергетична оцінка застосованих варіантів оптимізації живлення та ростових процесів ріпаку озимого в моделях його біопаливного використання                                                                              | 256 |
| Висновки до розділу 6                                                                                                                                                                                                         | 259 |
| Список використаної літератури до розділу 6                                                                                                                                                                                   | 260 |
| ВИСНОВКИ                                                                                                                                                                                                                      | 262 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ                                                                                                                                                                                                      | 267 |
| ДОДАТКИ                                                                                                                                                                                                                       | 268 |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

|                                                     |                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ВНАУ – Вінницький національний аграрний університет | $C_{18:1}$ , $C_{18:2}$ ... $C_{22:1}$ – частка відповідних кислот у структурі жирнокислотного складу насіння, % |
| га – гектар                                         | DR – коефіцієнт десатурації жирних кислот                                                                        |
| ГДж – гігаджоуль                                    | ER – коефіцієнт подовження жирних кислот                                                                         |
| грн – гривня                                        | $F_0$ – початковий рівень флюоресценції                                                                          |
| ГТК – гідротермічний коефіцієнт                     | $F_m$ – максимальний рівень флюоресценції                                                                        |
| д.р. – діюча речовина                               | $F_{pl}$ – рівень флюоресценції зони «плато»                                                                     |
| $K_{ee}$ – коефіцієнт енергетичної ефективності     | $F_{st}$ – стаціонарний рівень флюоресценції                                                                     |
| $K_3$ – коефіцієнт зволоження                       | IVC – індекс віталітету агрофітоценозу                                                                           |
| $I_n$ – індекс посушливості                         | K – калій                                                                                                        |
| ІФХ – індукція флюоресценції хлорофілу              | LDR – коефіцієнт десатурації лінолевої кислоти                                                                   |
| л – літр                                            | N – азот                                                                                                         |
| м – метр                                            | ODR – коефіцієнт десатурації олеїнової кислоти                                                                   |
| мг – міліграм                                       | P – фосфор                                                                                                       |
| млн – мільйон                                       | pH – реакція ґрунтового розчину                                                                                  |
| мм – міліметр                                       | PU/MU – коефіцієнт співвідношення полінасичених та моно насичених жирних кислот                                  |
| НААН – Національна академія аграрних наук України   | S – сірка                                                                                                        |
| НІР – найменша істотна різниця                      | S/U – коефіцієнт співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот                                            |
| р. – рік                                            | t – температура                                                                                                  |
| рр. – роки                                          | °C – градус Цельсія                                                                                              |
| см – сантиметр                                      | % – відсоток                                                                                                     |
| т – тонна                                           |                                                                                                                  |
| тис. – тисяча                                       |                                                                                                                  |
| тис. сх. нас./га – тисяч схожих насінин на гектар   |                                                                                                                  |
| ФП – фотосинтетичний потенціал                      |                                                                                                                  |
| ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу              |                                                                                                                  |
| шт. – штуки                                         |                                                                                                                  |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Ріпаківництво – важлива галузь, яка є стратегічно важливою для України та забезпечує значну частку її експортного потенціалу. Особливо цінним, за сучасних викликів, є біоенергетичний напрямок застосування ріпаку, що є складовою гарантій енергетичної безпеки держави.

Озимий ріпак належить до культур добре адаптованих до ґрунтово-кліматичних ресурсів сільськогосподарських територій України з можливістю формування як високої урожайності 4,5–7,0 т/га і олійності насіння 47–52%, так і гарантованого високого рівня його якості з позиції його подальшого біоенергетичного використання. Незважаючи на окреслену важливість ріпаку озимого рівень реалізації продуктивності сучасних гібридів культури залишається низьким – 50–60%, що в свою чергу істотно обмежує потенціал і перспективи його використання для виробництва біопалив. Це вимагає пошуку ефективних рішень, для якісної оптимізації технологій вирощування ріпаку озимого. Одним з ефективних напрямків такої оптимізації є вдосконалення системи удобрення за комплексного поєднання варіантів основного блоку живлення, системи позакоренових підживлень та рістрегулюючих речовин.

Враховуючи вище наведені аргументи, розробка комбінованих та адаптивних елементів технології вирощування ріпаку озимого за оптимізації системи удобрення та рістрегуляції для максимальної реалізації продуктивності ресурсоемісних гібридів ріпаку озимого з перспективою біоенергетичного використання вирощеної продукції – актуальне завдання, яке потребує наукового узагальнення та практичного вирішення і впровадження.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до тематичного плану наукових досліджень і розробок Вінницького національного аграрного університету і є складовою частиною науково-дослідної роботи на тему: «Оптимізація адаптивних технологій вирощування хрестоцвітих культур в умовах Лісостепу Правобережного» (державний реєстраційний номер 0122U201054, термін виконання листопад 2022 – грудень 2026 рр.), у рамках якої автором

запропоновано вдосконалені елементи технології вирощування гібридів ріпаку озимого, які забезпечують збільшення показників урожайності та якості насіння з позиції його потенційного біоенергетичного використання.

**Мета досліджень.** Полягає у всебічній оптимізації ростофізіологічних процесів формування архітекtonіки рослин гібридів ріпаку озимого, максимальної реалізації їх урожайного та біоенергетичного потенціалу за рахунок застосування комбінованого варіанту технології вирощування за поєднання різнострокових способів та форм удобрення, системної рістрегуляції з фітонцидним ефектом в умовах Лісостепу Правобережного України.

**Завдання досліджень:**

- виявити закономірності та обґрунтувати зміни у фенологічному та морфобіологічному розвитку рослин ріпаку озимого залежно від комплексного застосування макро- та мікродобрих, регуляторів росту;
- дослідити фотосинтетичну діяльність агроценозів гібридів ріпаку озимого залежно від комплексного застосування макро- та мікродобрих, регуляторів росту при застосуванні стандартних та інноваційних методів оцінки;
- ідентифікувати вплив застосованих комбінованих варіантів удобрення та рістрегуляції ріпаку озимого на морфологічну структуру агроценозу гібридів, закладення плодоеlementів, формування стресостійкісних характеристик;
- оцінити формування якісних показників насіння ріпаку озимого залежно від комбінованих варіантів удобрення та рістрегуляції та визначити параметри технологій, які дозволяють поєднати кількісний (урожайний) та якісний (технологічний та біоенергетичний) потенціал гібридів ріпаку озимого;
- провести біоенергетичну, економічну оцінку та оцінку на конкурентоспроможність досліджуваних складових технології вирощування гібридів ріпаку озимого;
- впровадити у виробництво найбільш ефективний варіант технології вирощування ріпаку озимого відповідно до цілей дослідження.

**Об'єкт дослідження** – процеси формування продуктивності рослин гібридів ріпаку озимого залежно від параметричних чинників системи досліджень у взаємодії з чинниками довкілля.



**Предмет дослідження** – високопродуктивні гібриди ріпаку озимого, комплексні мінеральні добрива, рістрегулюючі препарати з комплексною фунгіцидною дією, комплексні хелатні мікродобрива, біопродуктивний та якісний біоенергетичний потенціал рослин, урожайність та її якісні параметри, біоенергетична та економічна складові варіантів технологічних рішень.

**Методи дослідження.** У процесі виконання роботи було застосовано загальнонаукові методи досліджень: польовий – для встановлення технологічних та погодних чинників формування урожайності; візуальний – для визначення фенологічних та морфологічних змін росту ріпаку озимого; лабораторні: біохімічний – для визначення хімічного та жирнокислотного складу насіння; ваговий – для визначення продуктивності рослин; фізіологічний – для визначення фотосинтетичної діяльності посівів; статистичні: дисперсійний – для визначення вірогідності отриманих результатів досліджень; порівняльно-розрахунковий – для проведення економічної та енергетичної оцінки ефективності досліджуваних технологій; кореляційно-регресивний – для встановлення тісноти зв'язків між факторами.

**Наукова новизна отриманих результатів.** *Вперше* в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Правобережного:

- розроблено елементи технології вирощування ріпаку озимого на основі оптимального поєднання технологічних варіантів блоку основного удобрення за комбінації виду добрив, форм азоту та строків їх внесення, подвійного застосування рістрегулюючих речовин Карамба Турбо та Букат з фунгіцидним ефектом в осінній та весняний періоди вегетації ріпаку озимого за внесення позакоренево хелатних мікродобрив Розалік (В) та Розасоль 18-18-18+МЕ;

- досліджено математичні кореляційно-регресійні залежності формування надземної маси, асиміляційної поверхні, тривалості вегетаційного та міжфазних періодів росту та розвитку ріпаку озимого, елементів структури врожаю залежно від гідротермічних умов регіону вирощування, генотипових особливостей та елементів технології вирощування;

– оцінено та досліджено біоенергетичний потенціал сформованого врожаю насіння за показниками виходу біопалива з оцінкою його прогнозованої технологічної якості, а також структури жирнокислотного складу, параметрів енергетичної ефективності.

*Удосконалено окремі елементи технології вирощування ріпаку озимого, такі як: добір оптимальних форм азоту в удобрення, застосування комплексу рістрегуляторів з фунгіцидним ефектом та позакоренових підживлень комплексними хелатними мікродобривами в умовах Лісостепу Правобережного для підвищення урожайності насіння ріпаку озимого та формування високих потенційних показників його як сировини для виробництва біопалив.*

*Набули подальшого розвитку питання застосування добрив з комплексним вмістом різних форм азоту у варіанті КАС 32 у єдиному комплексі з подвійним використанням в період осінньої та весняної вегетації ріпаку озимого рістрегуляторів з фунгіцидним ефектом (Карамба Турбо і Букат) та позакоренових підживлень у фазу стеблуння та бутонізації комплексними хелатними мікродобривами Розалік (В) та Розасоль 18-18-18+МЕ.*

**Практичне значення результатів дослідження та їх впровадження** полягає в обґрунтуванні, розробленні та впровадженні у виробництво комплексної адаптивної технології вирощування ріпаку озимого із оптимізованим варіантом удобрення та рістрегуляції з досяжним рівнем урожайності 4,2–5,0 т/га та олійності насіння понад 45 % за високих показників біоенергетичної технологічності олії.

Упровадження у виробництво вдосконалених технологічних способів вирощування ріпаку озимого в умовах Лісостепу Правобережного дало змогу одержувати урожайність до 4,3 т/га.

Одержані автором результати дисертаційного дослідження впроваджено в практичну діяльність: ПСП «Сонечко» смт Вороновиця Вінницького району Вінницької області за вирощування ріпаку озимого на площі 15 га (акт впровадження від 20.08.2024 р.), ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП» с. Якушинці Вінницького району Вінницької області (акт впровадження № 126 від

28.08.2024 р.) за вирощування ріпаку озимого на площі 25 га, ТОВ «Фітосвіт ЛТД» с. Майдан Вінницького району Вінницької області (довідка про впровадження № 31 від 28.08.2025 р.) за вирощування ріпаку озимого на площі 55 га, СФГ «Олімп», с. Кордишівка, Хмельницького району Вінницької області (довідка про впровадження № 8 від 2.09.2025 р.) за вирощування ріпаку озимого на площі 75 га, ТОВ «Моноліт» м. Калинівка Хмельницького району Вінницької області (довідка № 23 від 18.08.2024 р.) за вирощування ріпаку озимого на площі 50 га.

Проміжні та заключні результати досліджень за дисертаційною роботою були прийняті до практичного впровадження, ТОВ Фірма «Ерідон» с. Чопилки Переяслав-Хмельницького району Вінницької області (акт про впровадження № 89 від 12.09.2025 р.), ФГ «Господар-С» с. Сокиринці Вінницького району Вінницької області (довідка № 9 від 21.08.2024 р.) – Додатки А. 4 – А. 10. Результати дисертаційного дослідження впроваджено у виробництво на площі 220 га.

Положення дисертаційної роботи мають практичну цінність і використовуються в навчальному процесі Вінницького національного аграрного університету під час викладання навчальної дисципліни «Агрохімія», що підтверджено довідкою № 01.1-60-1528 від 05.12.2024 р.

**Апробація результатів дисертації.** Основні наукові положення дисертаційної роботи та практичні результати дослідження були апробовані на 8 науково-практичних конференціях, зокрема: Всеукраїнській науково-практичній конференції «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку» (ВНАУ, м. Вінниця, 24–25 травня 2023 р.), 3rd International scientific and practical conference «Topical aspects of modern scientific research» (Japan, Tokyo, 23–25.11.2023); II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих учених» (Полтавський державний аграрний університет, Полтава, 14–15 травня 2024 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Екологоорієнтовані

технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності» (ВНАУ, м. Вінниця, 23–24 травня 2024 р.); The 4th International scientific and practical conference «Global trends in science and education». (Kyiv, Ukraine May 5–7, 2025); 1st International Scientific and Practical Conference «Science and Technology: New Horizons of Development» (Prague, Czech Republic, May 14–16, 2025); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційні технології збереження ґрунтів та екосистем за вирощування сільськогосподарських культур в умовах глобальних змін клімату» (ВНАУ, м. Вінниця, 22–23 травня 2025 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання розвитку сільського господарства: теорія і практика» (Інститут сільського господарства Карпатського регіону, м. Івано-Франківськ, 9 жовтня 2025 р.); X Міжнародній науково-практичній конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука» (Науково-методичний центр ВФПО, Київ, 14 жовтня 2025 р.).

**Публікації результатів дослідження.** За результатами дисертаційного дослідження опубліковано 15 наукових праць загальним обсягом 10,71 умовн. друк. арк. (власний доробок автора 10 умовн. друк. арк.): 9 у наукових фахових виданнях України та 6 тезах доповідей у матеріалах науково-практичних конференцій.

**Структура й обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, шести розділів, висновків, списку літературних джерел, рекомендацій виробництву та додатків. Повний обсяг дисертації викладено на 347 сторінках друкованого тексту, у тому числі у 45 таблицях та 45 рисунках. Список використаних літературних джерел складає 379 найменувань, викладених на 57 сторінках. Дисертація містить 123 додатки на 80 сторінках.

Обсяг основного тексту дисертації викладено на 167 сторінках друкованого тексту.

## **РОЗДІЛ 1. ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РІПАКУ ОЗИМОГО ЯК БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ТА АГРОХІМІЧНІ ЧИННИКИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЙОГО ФОРМУВАННЯ**

### **1.1. Біопродуктивний та біоенергетичний потенціал ріпаку озимого**

Ріпак (*Brassica napus oleifera* Metzg L.) культура відома у використанні починаючи з XVII століття, а значного поширення набула у кінці XIX століття [1]. Початок вирощування ріпаку в Україні віднесено до середини XVIII століття в умовах Правобережного Лісостепу. У період 30-х років XX століття площа озимого ріпаку в Україні досягала значень 130–150 тис. га., а вже у 90-ті роки того ж століття 800 тис. га [2–3]. При цьому агротехнологічні та економічні преференції вирощування ріпаку озимого зумовили зростання його урожайності в Україні за період 1970–2023 рр. від 1,25 т/га до 2,58 т/га [4–7].

У світовому вимірі є стійка тенденція вагомості ріпаку озимого як в загальній структурі виробництва, так і в структурі біоенергетичного ринку. За загальної площі вирощування ріпаку озимого у світі 42 млн га, частка його у різних країн різна. Лідерами є Канада (8,3 млн га), Індія (7,5 млн га) та Китай (6,8 млн га). Середні рівні урожайності ріпаку озимого істотно варіюють залежно від країни. Встановлено, що 16 країн світової спільноти мають досяжний рівень урожайності 1,45 т/га, 21 країна – 1,45–2,45 т/га, 18 країн – 2,45–3,45 т/га та 9 країн – понад 3,45 т/га. [8]. По даних [9, 10], світове виробництво ріпаку у 2023/2024 рр. становило понад 73 млн т з таким розподілом: ЄС – 17,3 млн т; Китай – 14,0 млн т; Канада – 12,6 млн т; Індія – 10,8 млн т; Австралія – 6,3 млн т.

В Україні за період 2015–2024 рр. середній рівень виробництва ріпаку озимого склав 2,75 млн т за середнього рівня урожайності на рівні 2,84 т/га [12] (табл. 1.1–1.2). З огляду на світові рівні продуктивності озимого ріпаку та враховуючи потужний ґрунтово-кліматичний потенціал України є потреба реалізації середнього рівня урожайності культури на рівні 3,8–4,2 т/га, що вимагає чітких адаптивних технологій вирощування культури [11, 13].

Таблиця 1.1

Динаміка виробництва насіння ріпаку в Україні, 2015–2024 рр. [4]

| Рік  | Зібрана площа,<br>тис. га | Валовий збір,<br>тис. т | Урожайність, т/га<br>зібраної площі |
|------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| 2015 | 651,2                     | 1705,9                  | 2,62                                |
| 2016 | 410,2                     | 1085,5                  | 2,65                                |
| 2017 | 739,5                     | 2093,8                  | 2,83                                |
| 2018 | 971,2                     | 2627,1                  | 2,71                                |
| 2019 | 1249,9                    | 3217,2                  | 2,57                                |
| 2020 | 1082,0                    | 2492,0                  | 2,30                                |
| 2021 | 971,8                     | 2859,0                  | 2,94                                |
| 2022 | 1131,6                    | 3250,3                  | 2,87                                |
| 2023 | 1396,0                    | 4500,0                  | 2,80                                |
| 2024 | 1266,0                    | 3457,0                  | 2,70                                |

У розрізі областей середня урожайність, у тому числі й по Вінницьчині, істотно вища за середню по країні (рис. 1.1), що актуалізує значущість озимого ріпаку для Поділля України. При цьому зазначено [14, 15], що основними причинами лімітації урожайності культури в Україні є: погіршення властивостей ґрунту – 30%, неефективна система удобрення – 15–18%, відсутність технологій рістрегуляції – 10–15%, проблеми контролю хвороб та шкідників – 10–12%, відсутність ефективної системи гербіцидів – 8–10%.

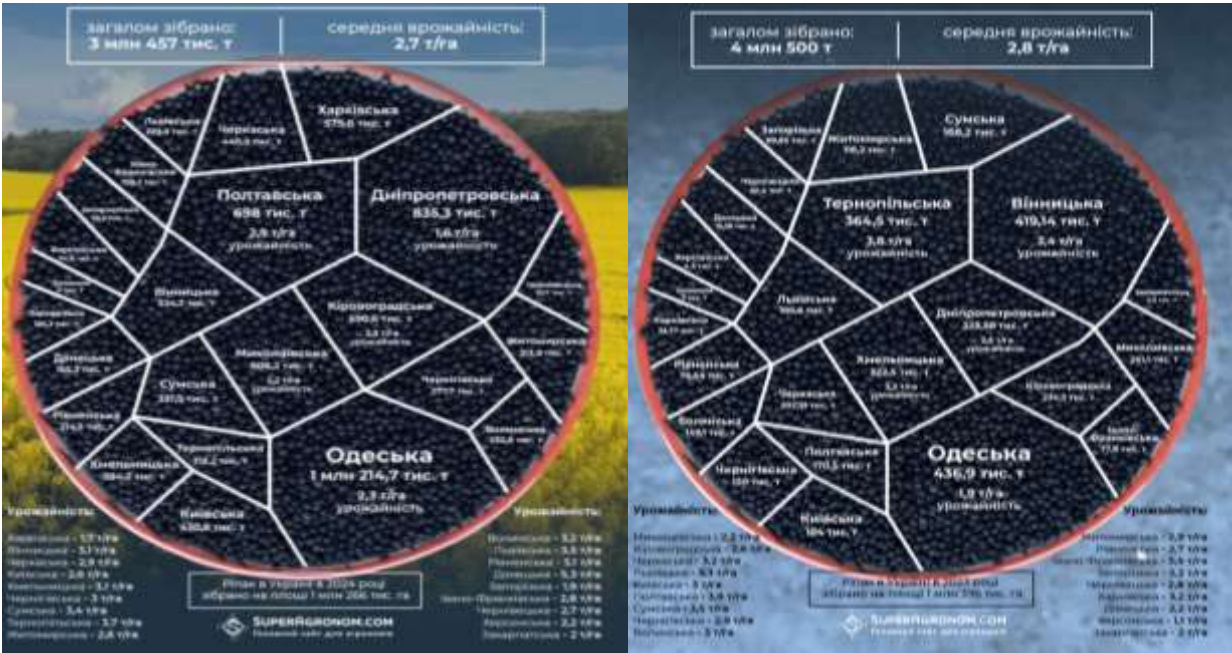


Рисунок 1.1 – Урожайності та валове виробництво насіння ріпаку озимого в Україні, 2023–2024 рр. (ліва позиція 2023 рі, права – 2024 рік) [16]

Таблиця 1.2

**Фактор урожайності та обсягів виробництва у системі показників  
ефективності вирощування ріпаку озимого на агропідприємствах України  
(середнє за 2016–2023 рр.) [16, 17]**

| Показник                                                                   | Групи областей за врожайністю<br>ріпака, т/га |                                                         |                     | Усього по<br>групах<br>областей |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
|                                                                            | I до 2,0                                      | II 2,0-3,0                                              | III 3,0 і<br>більше |                                 |
| Кількість регіонів-років, од.                                              | 21                                            | 74                                                      | 25                  | 120                             |
| Середня врожайність насіння ріпака в<br>групі, т/га                        | 1,61                                          | 2,36                                                    | 3,18                | 2,44                            |
| Вихід олії з насіння ріпака, т/га                                          | 0,54                                          | 0,77                                                    | 1,02                | 0,8                             |
| Зібрана площа насіння ріпака, тис. га                                      | 850,1                                         | 3231,9                                                  | 1281,4              | 5363,4                          |
| Частка зібраної площі ріпака до ріллі, %                                   | 3,9                                           | 4,7                                                     | 4,8                 | 4,6                             |
| Вироблено ріпака всього, тис. т                                            | 1366,5                                        | 7638,8                                                  | 4071,8              | 13077,1                         |
| Продано ріпака, тис. т                                                     | 1250,3                                        | 7042,9                                                  | 3778,6              | 12070,2                         |
| Рівень товарності, %                                                       | 91,5                                          | 92,2                                                    | 92,8                | 92,3                            |
| Повна собівартість реалізованої 1 т<br>насіння ріпака, грн                 | 4834,3                                        | 5035,5                                                  | 4954,1              | 4937,3                          |
| Ціна реалізації 1 т ріпака, грн                                            | 5261,8                                        | 7432,5                                                  | 7836,2              | 6627,2                          |
| Отримано прибутку:<br>-на 1 т насіння ріпака, грн                          | 927,5                                         | 2397,0                                                  | 2882,1              | 1689,9                          |
| -на 1 га зібраної площі, грн                                               | 1437,6                                        | 5345,3                                                  | 8502,2              | 3903,7                          |
| Рівень рентабельності виробництва<br>ріпака, %                             | 21,4                                          | 47,6                                                    | 58,2                | 34,2                            |
| Прогнозовані показники вирощування та виробництва ріпаку озимого в Україні |                                               |                                                         |                     |                                 |
| Показник                                                                   | Фактично<br>(середнє за<br>2017–2021<br>рр.)  | Прогноз у середньому на 2030-<br>2035 рр. за сценаріями |                     |                                 |
|                                                                            |                                               | песиміс-<br>тичний                                      | реаліс-<br>тичний   | оптиміс-<br>тичний              |
| Зібрана площа насіння ріпака, тис. га                                      | 1044,2                                        | 2250                                                    | 2520                | 2810                            |
| Частка ріпака до зібраних площ<br>сільськогосподарських культур, %         | 3,7                                           | 8,0                                                     | 9,0                 | 10,0                            |
| Валовий збір ріпака, тис. т                                                | 2742,6                                        | 7200                                                    | 9576                | 11240                           |
| Урожайність ріпака з 1 га зібраної<br>площі, т                             | 2,63                                          | 3,2                                                     | 3,8                 | 4,0                             |
| Продано ріпака, тис. т                                                     | 2670,6                                        | 5100                                                    | 7476                | 9140                            |
| Частка до зібраного обсягу ріпака, %                                       | 97,4                                          | 70,8                                                    | 78,1                | 81,3                            |
| Переробка ріпака на біодизель, тис. т                                      | 41,6                                          | 2100                                                    | 2100                | 2100                            |
| Вихід біодизелю: - усього, тис. т                                          | 19,8                                          | 700                                                     | 700                 | 700                             |
| - частка до спожитого Україною<br>дизелю у 2019 р. (7 млн т), %            | 0,3                                           | 10,0                                                    | 10,0                | 10,0                            |
| Виробництво макухи, тис. т                                                 | 18,3                                          | 924                                                     | 924                 | 924                             |
| Потреба в заводах з переробки ріпака<br>потужністю 100 т за рік, од.       | -                                             | 21                                                      | 21                  | 21                              |

Важливим є також намічені перспективи виробництва ріпаку озимого (табл. 1.2), які ставлять беззаперечну задачу досягнення відповідного рівня урожайності і якості урожаю культури, що неможливо без оптимізації системи удобрення [18, 19]. Особливе місце в агротехнологічному потенціалі використання ріпаку озимого є біопаливний напрямок: з 3 т насіння ріпаку озимого можна отримати 1 т біодизелю, 1,9 т макухи, 0,2 т гліцерину [20–22]. За фактичного рівня виробництва насіння з переробкою 75% його кількості можна досягнути виробництва біодизеля 2,7 млн т, що еквівалентно за енергетичною цінністю 2,3 млн т звичайного дизпалива, для формування партії якого потрібна переробка нафти із загальним обсягом понад 7,5 млн т [23].

Відмічається також, що в Україні для переробки на біодизель було використано: 2020 рік – 757 тис. тонн, 2021 рік – 591 тис. тонн, 2022 рік – 792 тис. тонн. При цьому слід враховувати визначену мету досягнення до 2035 р. виробництва біопалива до рівня 11,5 % паливовикористання в Україні з трендами 50–80% – як сировина для біоенергетики, а 20–50% – як сировина на інші цілі її перероблення [24, 25]. Вказані тенденції відмічено в положеннях документу «Енергетична стратегія України на період до 2050 року», яким передбачено формування агротехнологічних рішень з метою підвищення якості сировини ріпаку озимого для отримання біопалив [26–29].

При цьому необхідність розвитку ріпакового біодизельного ринку в Україні та розробку відповідних технологій вирощування ріпаку озимого на біоенергетичні потреби підтверджено світовим досвідом – виробіток біодизелю з ріпаку в країнах ЄС протягом 2018–2024 р.р. становив 15,8–17,9 млн т. За вказані роки відмічено приріст його виробництва на 7,7 % [17, 30, 31].

Таким чином, для України ріпак залишається високомаржинальною, експортоорієнтованою сільськогосподарською культурою, яка для збереження своєї позицій на світовому ринку вимагає оптимізацію та розробку адаптивних технологій вирощування, які у сучасних світових реаліях мають забезпечити рівень урожайності культури в інтервалі 3,8–4,2 т/га за збереження високих значень олійності та якості олії за її первинного технологічного отримання.



## **1.2. Ефективні системи управління урожайністю та якістю насіння озимого ріпаку за рахунок застосування добрив та рістрегулюючих речовин з врахуванням його біологічного адаптивного потенціалу**

Озимий ріпак є культурою з чутливою реакцією на оптимізацію системи удобрення, проте зі складним механізмом реалізації позитивної дії у взаємодії із комплексом гідротермічних умов території та властивостей ґрунтового покриву [32]. Відомо, що ґрунтове живлення озимого ріпаку на 15–27% формується внаслідок ґрунтових запасів елементів живлення [33, 34].

Оптимізація фосфорного живлення в ріпаку озимого забезпечує формування добре розвиненої кореневої системи, ефективну перезимівлю рослин, поліпшення азотного живлення, накопичення цукрів у кореневій системі та надземній масі, особливо у тканинах біля точки росту [33, 35–37]. Фосфор, в оптимальних нормах, сприяє росту врожаю та зниженню втрат, редукуючи вилягання рослин та осипання, підвищує його якість за жирнокислотним складом насіння [38–40]. Застосування фосфору у варіанті позакореневого внесення гармонізує цвітіння та дозрівання насіння [35, 41, 42, 43].

Внесення фосфору восени нормою 45–60 кг/га діючої речовини сприяє рівномірним та дружнім сходам, оптимізації фізіологічних процесів загартування рослин, зростання відсотка перезимівлі рослин на 5–9% [44–48].

Калійні добрива для ріпаку формують адаптивну стійкість гібридів ріпаку озимого до вилягання за оптимізації розвитку механічних тканин стебла [49]. Калій сприяє підвищенню резистентності рослин ріпаку озимого до ураження традиційним спектром хвороб [50], накопиченню цукрів, нормалізації фізіологічних перетворень загартовування, оптимізує стійкість до екстремально низьких температур, знижуючи ризики їх загибелі в період зими [51, 52].

Відмічено цінність калію у формування якості насіння ріпаку за рахунок гармонізації феритизації рослин та стабілізації нектаропродуктивності рослин [53, 54]. Потреба в калію у ріпаку озимого максимальна в період від розетка–початок цвітіння з поповненням основних його запасів за рахунок обмінних ґрунтових форм та резерву забезпеченого осіннім внесенням [55]. Диспаритет

калійного та азотного живлення у ріпаку озимого формує рослини зі зниженою міцністю стебла та стручка, схильних до вилягання [56, 57]. Ріпак озимий відносять до калієфілів зі споживанням до 40% його потреби в осінній період, тому важливим є внесення цього елемента з осені. Внаслідок оптимізації калійного живлення досягається середній приріст урожаю насіння на рівні 0,20–0,35 т/га та зростання олійності насіння на 2,5–7,3% [52, 58, 59]. Збалансоване фосфорно-калійне живлення озимого ріпаку оптимізує жирнокислотний склад насіння та процес перероблення отриманої олії на біодизель [60, 61].

Для ріпаку озимого співвідношення між азотом, фосфором та калієм визначається: родючістю ґрунту з позиції забезпеченості доступними формами елементів живлення, запасами продуктивної ґрунтової вологи та генотиповими особливостями сорту чи гібриду, гідротермічними умовами [62–64].

Оптимум агрохімічних параметрів ґрунту для рослин ріпаку озимого такий: вміст гумусу не нижче 1,5%, кислотність рН 5,5–7,8, вміст легкогідролізного азоту 90–110 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 80–90 мг/кг ґрунту, обмінного калію 90–110 мг/кг ґрунту за ємності вбирання 18–22 мг-екв/100 г ґрунту при легко- та середньосуглинковому механічному складі [65, 66]. За такого рівня родючості ґрунту, засвоєння ріпаком поживних елементів досягає значень 25–27% для азоту, 40–45% для фосфору та 50% для калію [65, 67, 68]. За зниження даних параметрів зростає роль додаткового мінерального живлення, частка приростів урожаю за рахунок якого від 30 до 60% [69, 70].

Значимість мінерального живлення для ріпаку озимого підтверджено показниками виносу з урожаєм. На 1 т насіння та частку побічної продукції ріпак озимий виносить з ґрунту: азоту – 50–75 кг, фосфору – 25–40, калію – 30–70, кальцію – 40–75, магнію – 6–12, бору – 0,07–0,12, сірки – 12–25 кг, що в 3,9 рази вище ніж у зернових культур [71, 72, 73]. Інтенсивність виносу визначається гідротермічними умовами, генотиповими особливостями, ґрунтовим зволоженням, станом рослин після перезимівлі [54, 59, 74, 75].

Рекомендовано застосування фосфорних і калійних добрив змішувати на період осені для оптимізації початкового росту та перезимівлі за норми азоту 20–40 кг/га, для запобігання вакутного вегетування рослин восени [52, 76].

Такий характер рекомендацій узгоджується з осінніми виносом елементів живлення. Зокрема, на формування розвиненої листкової розетки у 7–10 листків, довжини кореневої системи 12–18 см та діаметру кореневої шийки 0,8–1,1 см (ідіотип рослин для успішної перезимівлі [77–79]) – використовується 15–25% азоту, 20–30% фосфору, 20–30% калію, 10–15% магнію, 15–20% бору [32, 33, 52, 55]. Для весняного періоду: азоту 60–72%, фосфору 50–58%, калію 70–80%, сірки 52–58% [57, 80]. Для літнього періоду: азоту 10–15%, фосфору 10–17%, калію 12–15%, сірки 8–14% [65, 81]. У підсумку, для досягнення рівня урожайності 3,0 т/га загальна потреба, залежно від особливостей сорту чи гібриду, може становити 90–180 кг/га азоту, 60–100 кг/га фосфору, 60–110 калію [35, 52, 82, 83].

Рекомендації живлення ріпаку озимого в умовах лісостепової зони України від компанії BASF для рівня урожайності 3,5–4,0 т/га: 110–140 кг/га азоту, 60–75 фосфору, 90–120 калію, 25–30 магнію, 30–40 кг/га сірки. Для урожайності понад 4,0 т/га норму добрив підвищують на 15–25% [84]. Норми коректують за показниками агрохімічної оцінки ґрунту та типом гібриду за стиглістю [85, 86].

Рекомендується також всю норму фосфору і калію вносити в осінній період, азоту 10–15% в осінній період, а решту – у період відновлення вегетації на весні [87]. У підсумку, загальна рецептура застосування основних елементів живлення передбачає внесення з осені  $N_{25-40}P_{45-60}K_{45-60}$ . [88, 89–91]. Припосівне внесення може передбачати внесення повного комбінованого варіанту нормою 10–15 кг/га у рядки при посіві [52, 59, 82, 92].

За більшістю практичних рекомендацій азот для вирощування ріпаку озимого вноситься дробно в період весняного відновлення вегетації у такій рецептурі:  $N_{40-70}$ , у період активного росту рослин та початку росту стебла,  $N_{25-60}$  – на початку бутонізації. За умов родючих ґрунтів та сприятливих гідротермічних умов можна обмежитись одноразовим внесенням  $N_{60-100}$  [93–97].

Загальні базові рекомендації удобрення ріпаку озимого за його вирощування в умовах Північного Лісостепу: внесення азоту в дозі  $N_{30-50}$  у системі передпосівного обробітку, а решту норми  $N_{50-70}$  – у період відновлення вегетації на весні. При цьому всю норму фосфорних і калійних добрив у нормі  $P_{90}K_{90}$  застосовують одноразово під передпосівний обробіток [98].

Для зони Західного Лісостепу рекомендовано розміщувати ріпак озимий після оптимальних попередників з можливим застосуванням під попередник до 15–30 т/га органічних добрив, а під основний обробіток ґрунту  $N_{60-80}P_{40-60}K_{60-80}$  [67, 99, 100]. Відповідно до інших досліджень, для рівня урожайності 3,0–3,5 т/га необхідно вносити: N – 120;  $P_2O_5$  – 70;  $K_2O$  – 140 кг/га [101, 102, 103].

Для умов зони Східного Лісостепу України у технології вирощування ріпаку озимого рекомендується  $N_{80-120}P_{60-70}K_{80-120}$ . За цієї схеми фосфорні і калійні добрива вносять під основний обробіток, а азотні – дробно з розподілом  $N_{25-30}$  – з осені,  $N_{20-30}$  – на початку відновлення весняної вегетації,  $N_{30}$  – через 14–20 днів після першого підживлення [104, 105].

На півдні України рекомендації норм азоту знаходяться в інтервалі 90–160 кг/га залежно від типу ґрунту. З вказаного інтервалу до 30–35% застосовують в осінній період, решту – у період відновлення вегетації–цвітіння [106–110].

У підсумку, для більшості регіонів України на ґрунтах із середнім потенціалом родючості, для досягнення рівня біологічного врожаю насіння ріпаку озимого 4,2–4,5 т/га рекомендують  $N_{60-150}P_{60-90}K_{60-100}$  [98], а для регіонів із низьким потенціалом родючості – збільшення даних норм на 15–28% [111–113].

У країнах Європейського Союзу за планової урожайності ріпаку озимого 5,0 т/га використовують таке нормування  $N_{60-180}P_{60-120}K_{60-150}$  [114–118]. Разом із тим, відмічається, що сучасні сорти та гібриди ріпаку за рахунок генетично орієнтованої селекції мають істотно вищий рівень позитивної реакції на додаткове мінеральне удобрення, що дозволяє отримувати вищу урожайність культури за знижених нормах мінерального удобрення [119–123].

Дискусійним залишається питання і щодо оптимальних форм азотних добрив у схемі удобрення гібридів ріпаку озимому. Класичні технологічні схеми передбачають застосування в основному трьох форм азотних добрив – амонійно-нітратної, амідної та комбінованої [84]. Ефективність їх застосування різна в різних ґрунтово-кліматичних зонах світу [124]. Так, встановлено, що амонійно-нітратна форма азоту рекомендована до оптимального використання за вирощування ріпаку озимого у варіанті двох внесень: першого по мерзлоталому ґрунту в фізичній вазі 120–140 кг/га, а другого до 100 кг/га у

період інтенсивного росту стебла–початку бутонізації рослин. Одинарне внесення аміачної селітри було більш ефективним за внесення всієї норми у період початку відновлення вегетації весною. За цих умов застосування  $N_{60}P_{90}K_{60}$  дозволило отримати урожайність насіння ріпаку 3,7–3,9 т/га [98].

Амідна форма азоту на посівах ріпаку озимого ефективна у підживленні рано навесні за умов нестабільних температурних умов та ослаблених рослин після перезимівлі [125–127]. Цю форму азоту рекомендовано також застосовувати за нестабільних температурних умов у період відновлення вегетації та ослаблених рослин після перезимівлі [124, 128–130].

Ефективність застосування КАС за вирощування ріпаку озимого також має широке коло дискусії і рекомендовано як найбільш стабілізаційний варіант для оптимізації ростових процесів ріпаку озимого особливо в період виходу із зими або ж ініціації початку весняного періоду вегетації [57, 131–133].

Ефективність добору форм азоту визначається динамікою його засвоєння рослинами озимого ріпаку впродовж вегетації культури [134, 135]. Відмічається також, що добре сформовані посіви ріпаку озимого мають більш інтенсивні темпи споживання та засвоєння азоту, ніж ослаблені. Зокрема, посіви з оптимальним та добрим формуванням мають рівень споживання азоту в значенні 60–70 кг/га. Для слабких рослин (3–5 листків, діаметр кореневої шийки 0,5–0,7 мм) цей показник був у межах 15–25 кг/га [136–140].

Відмічено, що перенесення норми азоту восени пізніше сформованих 4–5 повних листків у рослини ріпаку озимого зумовлює переростання рослин, збільшує їх оводненість та знижує відосток перезимівлі [32, 141–144].

Застосування карбаміду на посівах озимого ріпаку в ранньовесняний період є ефективним заходом з огляду на меншу чутливість рослин ріпаку до формування опіків від контакту з гранулами даного добрива [122, 145–148]. Можливий також варіант позакореневого підживлення посівів ріпаку водними розчинами карбаміду від фази стеблуння до фази бутонізації [149–151].

При цьому не слід забувати, що будь-який дефіцит азоту після відновлення вегетації призводить до істотної редукції кількості квіток на рослині, кількості стручків та, у підсумку, до різкого зниження продуктивності посівів [152].

Надлишок азоту, особливо восени, формує передумови до переростання рослин та, у підсумку – до істотного зниження урожайності від 15 до 65% [77, 153].

Встановлено також, що варіант розподілу норми азоту у весняний період вегетації визначається її величиною. За норми 90 кг/га її рекомендовано розділяти на два терміни – один по мерзлоталому ґрунті, інший – у середині фенологічної фази бутонізації [59, 67, 154–156]. При цьому основну частку азоту слід внести до стадії початку цвітіння, що забезпечує формування найбільш продуктивної архітекτονіки рослин [152, 157]. Установлено, також, що надлишок азотного живлення, особливо у період активного росту зумовлює тонкі механічні стінки анатомічних структур стебла ріпаку, знижуючи стійкість рослин до вилягання, сприяючи також, за рахунок формування аморфної надземної маси – зниження стійкості до стресів та патогенів [149, 157–160].

За узагальнення цілого ряду польових досліджень, пропонується наступна схема застосування азоту в агроценозах інтенсивних гібридів ріпаку озимого: з осені не більше 20–40 кг/га діючої речовини азотних добрив. Перше підживлення азотом – у нормі  $N_{40-80}$  по мерзлоталому ґрунті за використання амонійно-нітратної або ж амонійно-нітратно-амідної форми азотних добрив [98, 161–163]. Доцільним є на цій фазі застосування сірки нормою від 15 до 40 кг/га [164–168]. Друге підживлення проводять до фази початку бутонізації нормою  $N_{30-50}$  при застосуванні найчастіше аміачної селітри з бором [32, 57, 98]. Третє підживлення при потребі практикується на початку–середині фази цвітіння нормою  $N_{30-40}$ , що гарантує якісні прирости кількості стручків та маси 1000 насінин [98]. Потрібно зазначити, що на увагу заслуговують також технології з бінарного внесення азоту 10–20% з осені, 70–75% удобрення по мерзлоталому ґрунті, а 5–10% у формі позакореневого застосування мікродобрив [84].

Відмічено ефективну дію мінеральних добрив на біохімічний склад насіння ріпаку озимого. Так, зростання норм азоту знижує у насінні вміст рослинної олії та збільшує вміст сирого протеїну, знижуючи його якість з позиції її біоенергетичного використання [53, 169–172]. Зауважується також, що наростаючі норми добрив сприяють зростанню частки насичених кислот за зниження вмісту таких жирних кислот як олеїнова та лінолева [173–177].

Окремо слід відмітити, для формування системи удобрення ріпаку озимого, значимість мікроелементів та застосування мікродобрих. У періодизації актуальності відповідних мікроелементів в онтогенезі ріпаку озимого виділяють ряд критичних періодів, для вибору таймінгу застосування мікродобрих: I – період розвитку та формування розетки (корекція за рахунок мікроелементів підготовки рослин ріпаку до перезимівлі); II – інтенсивний ріст із формуванням стебла (корекція за рахунок мікроелементів морфогенезу головного стебла рослин); III – формування бутонів, активний генеративний розвиток (корекція за рахунок мікроелементів зниження абортивності квіток, гармонізації цвітіння, фертизації, морфогенезу насіння) [178, 179].

Слід враховувати для раціонального застосування мікродобрих значимість окремих мікроелементів та архітектоніку сортів та гібридів ріпаку [180, 181]. Серед життєво важливих мікроелементів слід відмітити бор, який у рослин ріпаку відповідає за цілу низку важливих процесів таких як ріст і подовження клітин, фізіологічний транспорт цукрів та динаміку їх акумуляції, формування оптимальних процесів при цвітінні та заплідненні, формування адаптивності рослин до температур та анатомічної структури коренів тощо [182–184]. За рахунок низького рівня засвоюваності бору через коріння рослин з ґрунту (1–3%), та потребу в даному мікроелементі, яка у ріпаку озимого в 5 раз більша, ніж у зернових та зернобобових культур (80% бору споживається в міжфазний період бутонізація–цвітіння) – ефективне його застосування у формі позакоренових підживлень за вирощування озимого ріпаку [185–188].

Магній відносять також до важливого елементу в живленні ріпаку озимого [189]. Магній виконує різноманітні функції у рослинах ріпаку озимого, зокрема: участь в енергетичному обміні, позитивний вплив на інтенсивність морфогенезу кореневої системи, формування олійності насіння [190, 191]. Критичний період для магнію в період від бутонізації до повного цвітіння [189].

Сірка займає в системі мінерального живлення рослин ріпаку озимого четверте місце, поступаючись лише основним макроелементам [191–195]. З цих причин у практиці удобрення вона займає супутнє місце разом зі стадійним застосуванням азоту у різні періоди вегетації [99, 196, 197]. Сірка має унікальну

фізіологічну вагомість внаслідок входження у хімічну структуру всіх білкових структур рослини, активної ролі у синтезі ліпідів та жирно-кислотному обміні, формуванні структури жирних кислот у складі олії [194]. Відмічено, що потреби сірки для ріпаку озимого майже у 4–5 разів вищі ніж у класичних зернових культур, а за виносом – вона наближається до рівнів виносу фосфору з урожаєм [192]. Для досягнення урожайності на рівні 4,5–5,0 т/га залежно від ґрунтово-кліматичної зони та типу гібрида рекомендовано вносити від 30 до 60 кг/га сірки [67, 99]. Надмірне внесення сірки понад 60 кг/га сприяє накопиченню глюкозинолатів у насінні ріпаку озимого та продуктах його переробки, що істотно знижує біоенергетичну цінність олії ріпаку озимого [195]. Критичний період у використанні сірки для рослин ріпаку озимого від стеблуння до закінчення цвітіння з рівнем засвоєння у цей період до 0,53–0,98 кг/га сірки [170]. Враховуючи це, оптимальний варіант позакореневого підживлення сірковмісними препаратами спостерігається від фази початку бутонізації до початку цвітіння [197]. При цьому, оптимальне рекомендоване співвідношення азоту до сірки має становити 10:1 – 5:1. На ґрунтах збіднених на вміст доступної сірки дане співвідношення зростає до 5–7 : 1, а на ґрунтах із низьким вмістом одночасно і сірки і рухомого фосфору – 3:1. [195]. Різні сірковмісні мінеральні добрива рекомендовано застосовувати в основному у варіанті осіннього внесення, а хелатні форми сірковмісних мікродобрив – у формі позакореневого підживлення у період бутонізація–цвітіння [198].

Марганець у рослин ріпаку озимого відповідає за резистентність до цілого ряду хвороб фолійної частини рослин, сприяє накопиченню цукрів у рослині, оптимізуючи перезимівлю ріпаку. Даний елемент активний компонент біоциклу вуглеводів, сприяє нормалізації обміну фосфору та калію, процесам засвоєння нітратного та амонійного азоту, накопиченню рослинних олій [99, 199]. Критичним періодом марганцю є період розетка – бутонізація [200].

Молібден у рослинах ріпаку озимого відповідає за процеси синтезу хлорофілів, фітогормонів та вуглеводневому обміні. Нестача даного мікроелемента сприяє суттєвому зниженню урожайності насіння та якості олії [201]. Критичний період для молібдену період стеблуння–бутонізація [202].



Цинк – нормалізує процеси дихання та азотного обміну, забезпечує формування адаптивних реакцій рослинного організму (підвищує рівні посухо-, жаро- і холодостійкості рослин ріпаку), відповідає за ріст та формування ростових меристем [99, 201, 203, 204]. Він нормалізує процеси дозрівання насіння, підвищує якість олії за біохімічними параметрами [170, 205]. Критичним для цинку є період ріст стебла–початок цвітіння ріпаку озимого [206].

Важливість мікроелементів у живленні підтверджена виносомі мікроелементів з урожаєм культури (на 1 т насіння): 55–125 г бору, 8–42 г міді, 95–310 г марганцю, 1–3 г молібдену та 55–155 г цинку [99, 207, 208]. Середні прирости урожаю від позакоренових підживлень мікроелементами становлять 4–10% для бору; 4–7% для молібдену та 5–20% для марганцю [170, 207].

Важливим аспектом гармонізації та оптимізації ростових процесів ріпаку озимого є застосування ефективних регуляторів росту [209–211]. Основна функція рістрегуляторів за вирощування ріпаку озимого – оптимізація продукційних процесів рослин за рахунок формування бажаного морфотипу рослин [212–215]. З рістрегуляторів на ріпаку озимому найчастіше використовують препаративні їх форми, в основі яких знаходяться азоли Фолікур (0,3–0,7 л/га), Карамба та Карамба Турбо (0,7–1,4 л/га), Сетар (0,3–0,5 л/га) та ряд інших [215]. Основний функціонал рістрегулюючих речовин забезпечує зміну динаміки ростових процесів стебла, стимуляцію росту коренових систем, оптимізацію морфометрії точки росту, перерозподіл вуглеводів тощо [212, 214]. Доведено, що вони виконують також антифітопатогенну функцію, знижуючи шкодочинність хвороб на 7,5–20,8% [216–218].

Потрібно зазначити, що використання регуляторів росту в агроценозах ріпаку озимого направлене, у першу чергу, на зменшення діаметра кореневої шийки рослин на 5,5–18,9%, висоти рослин на 6,9–11,7%, збільшення кількості листків на 4,3–9,6%, зниження висоти положення точки росту над поверхнею ґрунту на 7,7–11,4%, збільшення довжини кореневої системи на 9,3–14,2%, а також загальне зниження поширеності хвороб рослин у середньому на 10,5–17,2% [59, 99, 215]. При цьому, приріст урожайності насіння ріпаку озимого від застосування рістрегуляторів коливається від 0,11 до 0,95 т/га [210].

Повідомляється, що використання рістрегуляторів найбільш доцільне у комбінованому варіанті (осінь та весна), що формує та підсилює ефект регуляції ростових процесів, створює передумови для успішної перезимівлі, запобігає виляганню рослин, формує високопродуктивні мофротипи рослини [160].

Важливим для оцінки ефективності удобрення ріпаку озимого є аналіз його взаємодії з біологією культури та гідротермічними умовами зони [99].

Відомо, що ріпак озимий належить до холодостійких культур з рівнем температури для ініціації проростання насіння 1–3 °С за оптимального її рівня 15–18 °С [55]. При цьому вегетація ріпаку озимого може тривати до рівня осінньої температури 5–6 °С, повного формування розетки листків, фенологічної фази в якій ріпак витримує зниження температури до -8 °С [59]. Зміна температури в осінній період, зокрема її підняття до рівня понад 12 °С може призвести до переростання рослин ріпаку озимого та проблем їх перезимівлі. Завданням удобрення в осінній період є збалансоване живлення особливо азотом (рекомендовані норми N<sub>20-40</sub> [52, 61]), а у варіантах нестабільних та провокаційних гідротермічних умов застосування додатково рістрегулюючих речовин для гарантованої перезимівлі [77, 79, 99]. Оптимальна морфометрія рослин при цьому передбачає не менше 8–9 листків у розетці за діаметру кореневої шийки 6–12 мм та висоти розміщення точки росту над поверхнею ґрунту до 3 см за загальної висоти рослин 8–15 см [78].

Загартовуванню озимого ріпаку до низьких температур на рівні -12– -15 °С сприяє також внесення фосфорних і калійних добрив з часткою від загальної визначеної норми не менше як 30–50% з осені [84, 86].

Для зниження загибелі рослин на ранніх етапах відновлення вегетації ефективними є саме ранні строки підживлення азотними добривами у комбінації різних форм діючої речовини, по мерзлоталому ґрунті, що забезпечує приріст урожаю до 0,5–0,7 т/га [84, 98, 99].

Важливим для конструювання систем живлення є врахування біологічних особливостей ріпаку щодо температурного режиму і в період весняно-літньої вегетації [32, 57]. Відмічено, що процес відростання рослин ріпаку навесні розпочинається за температури повітря 1–3 °С та ґрунту біля 3 °С. Темпи відростання високі і рослина вже на 10–23 добу може перейти до початку

бутонізації [98]. Оптимальний температурний режим для весняно-літнього періоду вегетації ріпаку озимого 18–20 °С, а підняття її рівня до 35–37 °С – зумовлюють зниження майбутнього урожаю насіння на 18–43% [61]. Ріпак озимий характеризується тривалим цвітіння від 23 до 35 діб за оптимального температурного режиму для цієї фази 23–25 °С [99]. Надмірне зволоження на фоні прохолодного температурного режиму подовжує період цвітіння, а високі температури понад 28–30 °С на фоні низької вологості повітря істотно вкорочують його, сприяють абортії квіток [62]. Оптимальні умови не рання, безморозна, прохолодна весна за теплого та волого травня [62, 78, 99].

Завданням оптимальних систем удобрення культури є застосування комбінованої системи підживлень, із фенофази початку інтенсивного росту стебла (ВВСН 32–40) до початку цвітіння (ВВСН 51–57) за використання повного  $\text{NPK}_{20-40}$  та таких мікроелементів як сірка, бор, молібден, магній [99].

Зниження теплозабезпечення періоду вегетації ріпаку озимого має обов'язково компенсуватись азотною стимуляцією у поєднанні з рістрегуляцією, особливо за умов прохолодної похмурої весни [104]. Актуальним буде також при цьому регулювання густоти стояння рослин [61, 99].

Важливим є також оцінка вологозабезпечення періоду вегетації культури, враховуючи в 1,5–2,0 рази більше водоспоживання ріпаку озимого, ніж у зернових культур при транспіраційному коефіцієнті 495–752. Це вимагає не менше 500–800 мм опадів за вегетацію (нижня межа 300–450 мм) при запасах продуктивної вологи у 100 см шарі ґрунту всеною до 120 мм, а у період осінньої вегетації не менше 60–80 мм [99]. Основними ознаками недостатнього вологозабезпечення виявляються і інтенсивна абортія та нерівномірність дозрівання як квіток, так і стручків, додаткове вегетативне пагоноутворення [42, 55, 99, 104]. Саме тому на фоні недостатнього вологозабезпечення ефективною буде система коректуючих підживлення мікродобривами (бор, сірка, молібден) [57, 115]. Відмічено, що відсутність достатнього вологозабезпечення навіть на фоні оптимізованого мінерального живлення зумовлює зниження вмісту олії в насінні, зростання вмісту протеїнів, що вкорочує процес дозрівання насіння за зменшує його морфометричні та вагові характеристики [55, 59, 61]. Надмірне зволоження на фоні оптимального або ж надмірного мінерального живлення,

зумовлює загальне подовження процесу цвітіння рослин, формує неоднорідність у фенології формування і наливу насіння, знижує вміст олії та погіршує його жирнокислотний склад, формує ризики хвороб стручка [63, 99].

Для ріпаку озимого найбільш придатними є ґрунти середньосуглинкового механічного складу, середнього та високого рівня родючості з рН 6,0–7,2 [68, 99]. Рівень кислотності ґрунту рН 6,0–6,3 є більш оптимальним з позиції доступності важкорозчинних форм фосфору та калію, а також рівня мобільності мікроелементів, а ґрунти з рН < 5,8 рекомендуються вапнувати [59, 76].

В узагальненому підсумку, відповідно до проведеного огляду, питаннями, які потребують подальшого вивчення та наукового узагальнення є: дослідження варіантів поєднання системи рістрегуляції з варіантами системи удобрення з огляду на її періодизацію – осіннє застосування добрив, спосіб та дозування весняного удобрення за поєднання із системою позакоренових підживлень.

### **Висновки до розділу 1**

1. Визначено важливість ріпаку озимого у структурі агропромислового виробництва в Україні. Відмічено актуальність реалізації урожайного потенціалу сучасних гібридів ріпаку озимого, з огляду на багатоцільове використання культури та розвиток біоенергетичного ринку в Україні, формування засад енергетичної незалежності держави.

2. Узагальнено позитивний вплив комбінованих систем удобрення ріпаку озимого за комплексного поєднання дрібних варіантів застосування макро- та мікроелементів із орієнтуванням на критичні періоди росту і розвитку рослин ріпаку озимого за застосування коректувальної та оптимізаційної функції ріст регулюючих речовин.

3. Питаннями, що потребують подальшого вивчення та наукового узагальнення, є дослідження та розробка оптимізованих моделей комбінованого варіанту удобрення високоінтенсивних гібридів озимого ріпаку різних груп стиглості, що передбачить поєднання макро- та мікродобрив, рістрегулюючих речовин для максимального рівня реалізації їх урожайного потенціалу, що в підсумку гарантує використання отриманої продукції на біоенергетичні цілі.

### Список використаної літератури до розділу 1

1. Супіханов Б. К., Петренко Н. І. Олійні культури: історія, сорти, виробництво, торгівля. Київ : ННЦ ІАЕ УААН, 2008. С. 76–79.
2. Токарчук Д.М. Сучасний стан, ефективність та перспективи виробництва ріпаку в ЄС та в Україні. *Агросвіт*. №15. 2015. С.19–23.
3. Ковальчук Г.М. Ріпак озимий – цінна олійна і кормова культура. Київ: Урожай, 1987. 112 с.
4. Забарний О. С., Дем'янюк О. С. Оцінка стану та перспективи розвитку ріпаківництва в Україні й світі. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 83–90. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2023.283700
5. Чехова І.В. Формування та розвиток ринку олійних культур: теорія, методологія, практика: монографія. Київ: Аграрна наука, 2021. 144 с.
6. Гойсюк Л.В. Тенденції розвитку ринку ріпаку в Україні та світі. *Інноваційна економіка*. 2018. № 1–2. С. 56–59.
7. Казанджі А.В. Тенденції та перспективи розвитку експортної діяльності олійно-жирового підкомплексу України. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. Випуск 19. С. 165 –170.
8. Український ріпак: оптимістичні оцінки та скептичний настрій URL:<https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1528314> (дата звернення: 12.10.2025).
9. USDA Oilseeds: World Markets and Trade, March 2023. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/27259-suchasni-hlobalni-ta-vnutrishni-trendy-na-rynku-ripaku.html> (дата звернення 10.10.2025 р.)
10. Сільське, лісове та рибне господарство URL: [www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publ7\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm) (дата звернення: 12.10.2025).
11. НІСД. Європейський план подолання залежності від російських енергоносіїв. URL: <https://niss.gov.ua/en/node/448812.Latifundist.com>. дата звернення: 12.10.2025).
12. Біодизель з ріпаку: як виготовити, плюси, мінуси та ціна питання. URL: <https://latifundist.com/cards/64-biodizel-z-ripaku-yak-vigotoviti-plyusi-minusi-ta-tsina-pitannya> (дата звернення: 12.10.2025).

13. Кириченко В.В. Енергетичні культури і їх використання у виготовленні альтернативних видів палива. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 229–232.
14. Лихочвор В.В. Ріпак озимий та ярий. Львів: Українські технології, 2002. 48 с.
15. Гайдаш В. Д. Ріпак. Івано-Франківськ: Сіверсія, 1998. 222 с.
16. Урожай ріпаку за 2024 та 2023 роки в Україні по областях. URL: <https://superagronom.com/multimedia/infographics/93-urojay-ripaku-za-2024-ta-2023-roki-v-ukrayini-po-oblastyam> (дата звернення: 12.10.2025).
17. Пархомець М., Уніят Л., Чорний Р., Чорна Н., Градовий В. Тфективність виробництва й переробки ріпака на біодизель в Україні. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2023. Vol. 9, №. 2. P. 245–275. DOI: 10.51599/are.2023.09.02.11
18. Гусев М.Г., Шаталова В.В., Коковіхін С.В. Економіко-енергетичне обґрунтування ріпаку озимого в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2010. № 53. С. 203–204.
19. Маслак О. Ріпак: за і проти. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 22. С. 12–14.
20. Вареник М., Зінченко С. Арифметика українського біодизелю. *Агроперспектива*. 2007. № 3. С. 62–63.
21. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні. *Біоенергетика*. 2013. №1. С.11–16.
22. Wenda-Piesik A., Hoppe S. Evaluation of hybrid and population cultivars on standard and high-input technology in winter oilseed rape. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant*. 2018. Vol. 68. P. 678–689. DOI: 10.1080/09064710.2018.1460864
23. Листопад В. Український ріпак зможе задовольнити апетити Європи, але з якою вигодою. *Пропозиція*. 2008. № 9. С. 46–49.
24. Озимий ріпак. AGRO Science : веб-сайт. URL : <http://www.agroscience.com.ua/plant/ozymyi-ripak>. (дата звернення: 12.10.2025)

25. Кернасюк Ю. Глобальний і внутрішній ринки ріпаку. *Агробізнес сьогодні*. 2024. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24923-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-ripaku.html>. (дата звернення 10.10.2025 р.)
26. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21.04.2023 р. № 373-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-skhhvalennia-enerhetychnoi-stratehii-ukrainy-na-period-do-2050-roku-373r-210423> (дата звернення 02.10.2025 р.)
27. Мазур К., Гонтарук Я. Перспективи розвитку виробництва біодизелю як напрям забезпечення енергетичної безпеки держави. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2023. Вип. 15. С. 84–90. DOI: 10.32782/2708-0366/2023.15.10
28. Телекало Н.В., Купчук І.М., Гонтарук Я.В. Ефективність вирощування та переробки озимого ріпаку на біодизель. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 149–154. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.13.23
29. Жук Г.В. Перспективи виробництва альтернативного автомобільного палива в Україні: Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 8 червня 2022 року. *Вісник НАН України*. 2022. № 8. С. 19–24. DOI: 10.15407/visn2022.08.019
30. Гонтарук Я.В., Шевчук Г.В. Напрями вдосконалення виробництва та переробки продукції АПК на біопаливо. *Економіка та суспільство*. 2022. № 36. DOI: 10.32782/2524-0072/2022-36-8
31. Калетнік Г. М., Пришляк Н. В. Розвиток галузі біопалив як детермінанта сталого розвитку України. *Економіка АПК*. 2021. № 2. С. 71–80. DOI: 10.32317/2221-1055.202102071
32. Любар В. Основні стратегії та тактика весняного удобрення озимого ріпаку. *Зерно*. 2016. № 2. С. 102–104.
33. Wang K., Wang C., Liu C., Liao S., Ren T., Liu S., Zhang Z., Lu Z., Lu J. Effects of phosphorus fertilizer rates on oilseed rape yield, phosphorus uptake, and yield reduction caused by freezing injury. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*. 2025. Vol. 31. №9. P. 1767–1776. DOI: 10.11674/zwyf.2024581

34. Новохижній М.В., Коваленко А.М., Коваленко О.А., Тимошенко Г.З. Продуктивність та стійкість ріпака озимого за різних технологій вирощування в Південному Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2012. № 17. С. 121–125.
35. Brennan, R. F., Bolland, M. D. A. Effect of fertiliser phosphorus and nitrogen on the concentrations of oil and protein in grain and the grain yield of canola (*Brassica napus* L.) grown in south-western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 2007. Vol. 47. № 8. P. 984–991. DOI: 10.1071/ea06115
36. Cadot S., Belanger G., Ziadi N., Morel, C., Sinaj S. Critical plant and soil phosphorus for wheat, maize, and rapeseed after 44 years of P fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2018. Vol. 112. № 3. P. 417–433. DOI: 10.1007/s10705-018-9956-0
37. Sigrid H., Roberto G., Rhiannon S., Luis H. E., Damar L. A. Improving phosphorus use efficiency: A complex trait with emerging opportunities. *Plant Journal*. 2017. Vol. 90. № 5. P. 868–885. DOI: 10.1111/tpj.13423
38. Raza A. A., Hussain K., Khan F. A., Hussain T., Rehman Z. U., Khalid M. U., Habib Z. U. Effects of various levels of sulfur and phosphorus fertilizers on the growth and seed yield of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agriculture Environment & Food Security*. 2021. Vol. 2. P. 1–6.
39. Froese S., Wiens J.T., Warkentin T., Schoenau J.J. Response of canola, wheat, and pea to foliar phosphorus fertilization at a phosphorus-deficient site in eastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*. 2020. Vol. 100. P. 642–652. DOI: 10.1139/CJPS-2019-0276
40. Nobile C., Houben D., Michel E., Firmin S., Lambers H., Kandeler E., Faucon M. P. Phosphorus-acquisition strategies of canola, wheat and barley in soil amended with sewage sludges. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. 14878. DOI: 10.1038/s41598-019-51204-x
41. Liu S., Xiong L., Fang W., Wang K., Cui X., Liu C., Ren T., Lu J. Effects of nitrogen, phosphorous, and potassium fertilization on rapeseed yield under freeze stress. *Crop and Environment*. 2025. Vol. 4. № 3. P. 143–153 <http://dx.doi.org/10.1016/j.crope.2025.04.002>



42. Cheema M.A., Malik M.A., Hussain A. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2001. Vol. 186(2). P. 103–110. DOI: 10.1046/j.1439-037X.2001.00463.x
43. Khan F., Siddique A.B., Shabala S., Zhou M., Zhao C. Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. *Plants (Basel)*. 2023. Vol. 12. № 15. 2861. <http://dx.doi.org/10.3390/plants12152861>
44. Baroowa B., Paul S., Gogoi N. Role of Phosphorus in Imparting Abiotic Stress Tolerance to Plants. In: *Climate Change and Agriculture: Perspectives, Sustainability and Resilience*; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA. 2022. P. 239–262.
45. Khan F., Siddique A.B., Shabala S., Zhou M., Zhao C. Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. *Plants*. 2023. Vol. 12. 2861. DOI: 10.3390/plants12152861
46. Evans M.A., Skinner D.Z., Koenig R.T., Hulber, S.H., Pan W.L. Effect of phosphorus, potassium, and chloride nutrition on cold tolerance of winter canola (*Brassica napus* L.). *Plant Nutrition*. 2016. Vol. 39. P. 1112–1122. DOI: 10.1080/01904167.2014.990095
47. Meng Z., Liu C., Sheng Q., Xiong Z., Fang Y., Zhao J., Yu Q., Wang K., Li X., Ren T., Lu J. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer application on the yield increase of winter oilseed rape and the degree of yield reduction due to freezing stress. *Acta Agronomica Sinica*. 2025. Vol. 51. №4. P. 1037–1049. 1 DOI: 10.3724/SP.J.1006.2025.44152
48. Meng Z., Liu C., Sheng Q., Xiong Z., Fang Y., Zhao J., Yu Q., Wang K., Li X., Ren T., Lu J. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer application on the yield increase of winter oilseed rape and the degree of yield reduction due to freezing stress. *Acta Agronomica Sinica*. 2025. Vol. 51. №4. P. 1037–1049. 1 DOI: 10.3724/SP.J.1006.2025.44152
49. Cong R., Li H., Zhang Z., Ren T., Li X., Lu J. Evaluate regional potassium fertilization strategy of winter oilseed rape under intensive cropping systems:

largescale field experiment analysis. *Field Crops Research*. 2006. Vol. 193. P. 34–42. DOI: 10.1016/j.fcr.2016.03.004

50. Hasanuzzaman M., Bhuyan M.H.M., Nahar K., Hossain M.S., Al Mahmud J., Hossen M.S., Chowdhury A.A.M., Moumita F.M. Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*. 2018. Vol. 8. 31. DOI: 10.3390/agronomy8030031.

51. Zeng Y., Lei Y., Li J., Hu L. Effects of application amounts of nitrogen, phosphate and potassium and planting density on yield and quality of rapeseed. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*. 2012. Vol. 18. P. 146–153. DOI: 10.11674/zwjy.2012.11188

52. Господаренко Г. Удобрення ріпаку. *Пропозиція*. 2019. № 7. С. 28–32.

53. Мацера О.О. Вплив елементів технології вирощування на розвиток рослин, врожайність та якість насіння озимого ріпаку. *Danish Scientific Journal*. 2020. Issue 36 (2). С. 7–15.

54. Курач О.В. Вплив систем удобрення на продуктивність ріпаку озимого. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2022. № 32. Р. 63–72. DOI: 10.36710/IOC-2022-32-07

55. Секун М.П. Технологія вирощування і захисту ріпаку К.: Урожай, 2008. 113 с.

56. Tian C., Zhou X., Liu Q. Increasing yield, quality and profitability of winter oilseed rape (*Brassica napus*) under combinations of nutrient levels in fertiliser and planting density. *Crop and Pasture Science*. 2020. Vol. 71. № 12. P. 1010–1019. DOI: 10.1071/CP20328

57. Десятник В. Професійний підхід до азотного живлення озимого ріпаку навесні. *Агроном*. 2022. № 1. С. 112–113.

58. Капітанська О., Логінова І., Полянчиков С. Стартове живлення ріпаку . Розширення можливостей із технологією in-furrow. *Агроном*. 2021. № 3. С. 94–95.

59. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України. Видання друге, доповнене / за ред. П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. К., 2008. 709 с.

60. Мельничук С.Л. Технологічні та екологічні особливості формування продуктивності ріпаку озимого в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. с.–г. н. : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2013. 20 с.
61. Рудик О. В., Переходько Н. І., Петрук М. П. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку. Рівне : РДСГДС, 2006. 12 с.
62. Блащук М. І., Тищенко Л. Д. Науково-практичні рекомендації по вирощуванню ріпаку. *Черкаський інститут АПВ*. 2010. 30 с.
63. Лазар Т.І, Лапа О.М., Чехов А.В, Свидинюк І.М. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні. 2006. 102 с.
64. Hocking P.J., Randall P.J., DeMarco D. The response of dryland canola to nitrogen fertilizer: partitioning and mobilization of dry matter and nitrogen, and nitrogen effects on yield components. *Field Crops Research*. 1997. Vol. 54(2–3). P. 201–220. DOI: 10.1016/S0378-4290(97)00049-X
65. Рекомендації з вирощування ріпаку озимого / М. І. Абрамик, І. М. Кифорук, В. О. Мазур та ін. *Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція ІСГКР НААН*. Івано-Франківськ, 2012. 23 с.
66. Zhang C.L., Li J., Yu L.P., Li F., Ma N. Input/output analysis on rapeseed production practices under different cultivation mode. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*. 2010. Vol. 32. Is. 1. P. 57–64.
67. Волощук О.П., Волощук І.С., Глива В.В., Яцух К.І., Случак О.М., Герешко Г. С., Пристацька О. Н., Распутенко А. О. Технологія вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Лісостепу Західного. *Методичні рекомендації*. Оброшине, 2018. 30 с.
68. Коковіхін С.В., Донець А.О., Гусєв М.Г., Федорчук М.І., Мринський І.М. Агротехнічні та організаційно-економічні аспекти виробництва ріпаку в умовах півдня України: монографія.. Херсон: Айлант, 2012. 176 с.
69. Li H., Ma C., Lu J., Li X., Ren T., Cong R. Increasing effect of N, P and K fertilizer on rapeseed in different regions of China. *Scientia Agricultura Sinica*. 2013. Vol. 46. № 9. P. 1837–1847.

70. Podleśna A. Nutritional needs and fertilization of winter rapeseed. *Studia i Raporty IUNG–PIB Pulawy*. 2014. Vol. 37. № 11. P. 111–125. DOI: 10.26114/sir.iung.2014.37.09
71. Ren T., Zou J., Wang Y., Li X., Cong R., Lu J. Estimating nutrient requirements for winter oilseed rape based on QUEFTS analysis. *Journal Agricultural Science*. 2016. Vol. 154. P. 425–437. DOI: 10.1017/S0021859615000301
72. Tian C., Zhou X., Fahmy A.E., Ding Z., Zhran M.A., Liu Q., Peng J., Zhang Z., Song H., Guan C., Kheir A.M.S., Eissa M.A. Balanced fertilization under different plant densities for winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on paddy soils in Southern China. *Industrial Crops Production*. Vol. 151. 112413. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112413
73. Стельмах О., Григорів Я., Кифорук І. Продуктивність сортів ріпака озимого за різних варіантів удобрення. *Молодий вчений*. 2019. Вип. 7. № 71. Р. 169–174. DOI: 10.32839/2304-5809/2019-7-71-35
74. Ткачук О.П., Разанов С.Ф., Банул С.О. Наукові принципи підбору сортів і гібридів ріпаку озимого. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 175–181. DOI: 10.32782/naturaljournal.7.2024.19.
75. Sikorska A., Gugala M., Zarzecka K. Winter oilseed rape yield depending on foliar fertilization. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. 2020. Vol. 19. P. 11–20. DOI: 10.37660/aspagr.2020.19.1.2
76. Bybordi A. Efficacy of integrated fertilizer management to improve agronomic and physiological traits of canola cultivars. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2014. Vol. 60(7). P. 935–950. DOI: 10.1080/03650340.2013.857404
77. Мацера О.О. Біометричні параметри перезимівлі рослин озимого ріпаку за різних строків посіву та рівнів основного удобрення. *Сільське господарство та лісівництво* 2016. № 3. С. 15–23.
78. Мацера О. О. Оцінка перезимівлі рослин озимого ріпаку залежно від строку посіву та системи удобрення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 34–42.

79. Гарбар Л.А., Яцишина Т.П., Самолук О.П. Вплив удобрення на перезимівлю ріпаку озимого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 74–77. DOI: 10.31210/visnyk2018.01.12
80. Tian C., Zhou X., Liu Q., Peng J. W., Zhang Z. H., Song, H. X., Abou-Elwafa S. F. Increasing yield, quality and profitability of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) under combinations of nutrient levels in fertiliser and planting density. *Crop & Pasture Science*. 2020. Vol. 71. № 11–12. P. 1010–1019. DOI: 10.1071/cp20328
81. Avice J.C., Etienne P. Leaf senescence and nitrogen remobilization efficiency in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Experimental Botany*. 2014. Vol. 65. P. 3813–3824. DOI: 10.1093/jxb/eru177
82. Woodfield H.K., Harwood J.L. Oilseed crops: linseed, rapeseed, soybean, and sunflower. In: Thomas, B., Brian, G.M., Murphy, D.J. (Eds.), *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. Elsevier, London, UK. 2017. P. 34–38. DOI: 10.1016/B978-0-12-394807-6.00212-4
83. Rathke G.W., Behrens T., Diepenbrock W. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2006. Vol. 117. №2–3. P. 80–108. DOI: 10.1016/j.agee.2006.04.006
84. Вирощування озимого ріпаку. Озимий ріпак від RAPS GbR – надійність та стабільність URL : <https://propozitsiya.com/ua/ozimiy-ripak-vid-raps-gbr-nadiynist-ta-ctabilnist> (дата звернення 12.10.2025).
85. Su W., Liu B., Liu X.W., Li X.K., Ren T., Cong R.H., Lu J.W. Effect of depth of fertilizer banded-placement on growth, nutrient uptake and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *European Journal of Agronomy*. 2015. Vol. 62. P. 38–45. DOI: 10.1016/j.eja.2014.09.002
86. Assefa Y, Vara Prasad PV, Foster C. Major management factors determining spring and winter canola yield in North America. *Crop Science*. 2018. Vol. 58(1). P. 1–16. DOI: 10.2135/cropsci2017.02.0079
87. Неруцький С.Г. Удосконалення технологічних заходів по підвищенню продуктивності озимого ріпака в умовах Півдня України: дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Київ, 2002. 202 с.

88. Jankowski K.J., Sokólski M., Szatkowski A. The Effect of Autumn Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Winter Oilseed Rape Seeds. *Agronomy* 2019. Vol. 9. P. 849. DOI: 10.3390/agronomy9120849
89. Beres J., Becka D., Tomasek J. Vasak J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant, Soil and Environment*. 2019. Vol. 65. P. 435-441. DOI: 10.17221/444/2019-PSE
90. Carter C., Schipanski M.E. Nitrogen uptake by rapeseed varieties from organic matter and inorganic fertilizer sources. *Plant and Soil*. 2022. Vol. 474. P. 499–511. DOI: 10.1007/s11104-022-05357-w
91. Ріхтер Т., Кравченко А. Органічний ріпак. Київ: Дослідний інститут органічного сільського господарства (FiBL), 2017. 12 с.
92. Пархуць Б. Продуктивність ріпаку озимого залежно від удобрення на чорноземах типових Ізяславського району Хмельницької області. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія*. 2015. № 19. С. 173–175.
93. Bečka D, Bečková L, Tomášek J, Mikšík V, Viciánová M. Effects of various nitrogen fertilisers applied in autumn on growth parameters, yield and quality of winter oilseed rape. *Plant Soil Environment*. 2024. Vol. 70. № 6. P. 317–325. DOI: 10.17221/68/2024-PSE
94. Zhan N., Xu K., Ji G., Yan G., Chen B., Wu X., Cai G. Research progress in high-efficiency utilization of nitrogen in rapeseed. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24. 7752. DOI: 10.3390/ijms24097752
95. Yahbi M., Nabloussi A., Maataoui A., El Alami N., Boutagayout A., Daoui K. Effects of nitrogen rates on yield, yield components, and other related attributes of different rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties. *OCL*. 2022. Vol. 29. 8. DOI: 10.1051/ocl/2022001
96. Tian X.Q., Zhao Y.N., Chen Z.Y., Li Z., Liu Y.H. Effects of nitrogen fertilization on yield and nitrogen utilization of film side planting rape-seed (*Brassica napus* L.) under different soil fertility conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2023. Vol. 23. P. 368–379. DOI: 10.1007/s42729-022-01030-4

97. He H., Yang R., Li Y. Genotypic variation in nitrogen utilization efficiency of oilseed rape (*Brassica napus* L.) under contrasting N supply in pot and field experiments. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. 1825. DOI: 10.3389/fpls.2017.01825
98. Губенко Л.В., Вишнівський П.С. Формування продуктивності озимого ріпаку залежно від строків сівби та системи удобрення в умовах Північного Лісостепу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2010. Вип. 15. С. 82–87.
99. Волощук І.С., Волощук О.П., Роп Р.Ю., Глива В.В., Случак О.М., Пристацька О.Н., Распутенко А.О. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України : монографія. Львів : Сполом, 2017. 212 с.
100. Гойсалюк Я.С. Урожайність та якість насіння ріпаку озимого залежно від технологічних заходів вирощування в Лісостепу Західному : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.–г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2012. 23 с.
101. Сендецький В.М., Мельничук Т.В., Сендецький І.В. Продуктивність ріпаку озимого за удосконалення технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 131. С. 188–195. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.24
102. Волощук О. П., Косовська Р.Ю. Продуктивність сортів та гібридів ріпаку озимого вітчизняної й зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах західної частини Лісостепу. *Посібник українського хлібороба 2012: наук.-практ. щорічник*. К., 2012. Т. 2. С. 283–284.
103. Лагуш Н., Гуранович С. Продуктивність озимого ріпаку на дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття залежно від системи удобрення. *Вісник Львівського НАУ*. 2009. №4. С. 23–29.
104. Гаврилюк М. М., Соколов В. М., Рябота О. М. Насінництво й насіннєзнавство олійних культур / За ред. М. М. Гаврилюка. Київ : Аграрна наука. 2002. 220 с.

105. Шкода О.А. Ефективність вирощування ріпаку озимого в умовах південного степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. № 21. С. 123–129.
106. Влащук А. М., Дробіт О. С., Шапарь Л. В., Прищепо М. М., Конащук О. П. Оптимізація технології вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 2. С. 96–102. DOI: 10.32848/agrar.innov.2020.2.15
107. Щербаков В. Я., Юркевич Є. О. Умови формування високого урожаю озимого ріпаку залежно від метеорологічних умов різних періодів вегетації в Степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. Вип.84. С. 114–120.
108. Коковіхін С. В., Донець В. В., Шаталова В. В. Економічні та енергетичні аспекти оптимізації технології вирощування ріпаку озимого в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 82. С. 47–55.
109. Озимий ріпак в степу України. В. Я. Щербаков, С. Г. Неруцький, М. В. Боднар та ін.; за ред. В. Я. Щербакова. Одеса: ШВАЦ, 2009. 184 с.
110. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол.: М. В. Зубець [та ін.]. К. : Аграрна наука, 2010. 986 с.
111. Панчишин В.З., Стоцька С.В., Журибіда Д.Р. Насіннєва продуктивність ріпаку озимого залежно від удобрення та строку посіву в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 169–176. DOI: 10.32851/2226-0099.2023.130.25.
112. Олійник О. О., Кучерова А. В., Гольцман О. С. Особливості вирощування ріпаку озимого в умовах Полісся України. *Вісник НУБГП. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2016. Вип. 2(74). С. 91–99.
113. Рудик Р. І. Дишлюк В. Є., Кочик Г. М., Власенко О. О. Формування насіннєвої продуктивності ріпаку озимого в короткоротаційних сівозмінах залежно від попередників та різних систем удобрення в зоні Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 8. С. 20–24. DOI: 10.31073/agrovisnyk201508-04
114. Naderifar M., Daneshian J. Effect of different nitrogen and biofertilizers effect on growth and yield of *Brassica napus* L. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 2012. Vol. 4. P. 478–482. DOI: 10.5539/jas.v5n9p143



115. Jankowski K.J., Szatkowski A., Załuski D. The effect of nitrogen management on seed yield and quality in traditional and canola-quality white mustard. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. 26127. DOI: 10.1038/s41598-024-76582-9
116. Jankowski K.J., Hulanicki P.S., Krzebietke S., Zarczyński P., Hulanicki P., Sokółski M. Yield and quality of winter oilseed rape in response to different systems of foliar fertilization. *Journal of Elementology*. 2016. Vol. 4. P. 1017–1027. DOI: 10.5601/jelem.2016.21.1.1108
117. Akmouche Y., Cheneby J., Lamboeuf M., Elie N., Laperche A., Bertheloot J., D'hooghe P., Trouverie J., Avice J.C., Etienne P. Do nitrogen-and sulphur-remobilization-related parameters measured at the onset of the reproductive stage provide early indicators to adjust N and S fertilization in oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown under N-and/or S-limiting supplies? *Planta*. 2019. Vol. 250. P. 2047–2062. DOI: 10.1007/s00425-019-03284-2
118. Chien S.H., Teixeira L.A., Cantarella H., Rehm G.W., Grant C.A., Gearhart M.M. Agronomic Effectiveness of Granular Nitrogen/Phosphorus Fertilizers Containing Elemental Sulfur with and without Ammonium Sulfate: A Review. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108. P. 1203–1213. DOI: 10.2134/agronj2015.0276
119. Jarecki W. The size and quality of winter rape seed yield depending on the cultivar type. *Agronomy Science*. 2021. Vol. 76. № 3. P. 5–14. DOI: 10.24326/as.2021.3.1
120. Sikorska A., Gugęła M., Zarzecka K. The response of different kinds of rapeseed cultivars to foliar application of nitrogen, sulphur and boron. *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. 21102. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-00639-2>
121. Bencze G., Futo Z. Comparative variety experiment of winter rapes (*Brassica napus* L.) hybrids in 2020. *Research Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 52. № 3. P. 3–11.
122. Tang W. Effects of Nitrate and Ammonium Supply Ratios on Growth. Physiology and Gene Expression of Oilseed Rape (*Brassica napus*). *Ph.D. Thesis*. Hunan Agricultural University. Changsha. China. 2019. 197 p.

123. Stahl A., Pfeifer M., Frisch M., Wittkop B. Recent genetic gains in nitrogen use efficiency in oilseed rape. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. 963. DOI: 10.3389/fpls.2017.00963
124. Zhou N. The Research on the Nitrogen's Effect on Rapeseed Yield and Quality and Relevant Analysis. *Ph.D. Thesis*. Huazhong Agricultural University. Wuhan. China. 2005. 189 p.
125. Радзіцька Г. Як покращити зимостійкість озимого ріпаку. *Агроном*. 2018. № 4. С. 80–83.
126. Домарацький Є. О. Вплив азотного живлення та комбінованих препаратів на особливості водоспоживання ріпаку озимого за різних умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. Вип. 17. С. 54-61. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.17.7
127. Домарацький Є. О., Базалій В. В., Дамарацький О. О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від азотного живлення та рістрегулюючих препаратів за умов кліматичних змін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1 (101). С. 53–62. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8
128. Гамаюнова В. В., Гаро І. М. Вплив факторів вирощування на наростання надземної біомаси ріпаком озимим в умовах лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 105-109. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.7.18
129. Орлов, О. Менеджмент посівів ріпаку при виході з зими. *Агроном*. 2022. № 1. С. 106–110.
130. Малярчук А. С. Продуктивність ріпаку озимого залежно від обробітку ґрунту та доз азотних добрив. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 57. С. 131–137.
131. Heuermann D., Hahn H., von Wirén N. Seed Yield and Nitrogen Efficiency in Oilseed Rape After Ammonium Nitrate or Urea Fertilization. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. 608785. DOI: 10.3389/fpls.2020.608785
132. Khan S., Anwar S., Kuai J. Optimization of nitrogen rate and planting density for improving yield, nitrogen use efficiency, and lodging resistance in oilseed rape. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. 532. DOI: 10.3389/fpls.2017.00532

133. Шевчук Р.В., Ровна Г.Ф., Кириєнко Г.С. Продуктивність озимого ріпаку залежно від різних рівнів удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (II). С. 11–17.
134. Öztürk Ö. Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2010. Vol. 70(1). P. 132–141. DOI: 10.4067/S0718-58392010000100014
135. Riar A., Gill G., McDonald G.K. Rate of nitrogen rather than timing of application influence yield and NUE of canola in south Australian Mediterranean environments. *Agronomy*. 2020. Vol. 10(10). e1505. DOI: 10.3390/agronomy10101505
136. Kuai J., Sun Y. Y., Zhou M., Zhang P. P., Zuo Q. S., Wu J. S., Zhou G. S. The effect of nitrogen application and planting density on the radiation use efficiency and the stem lignin metabolism in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research*. 2016. Vol. 199. P. 89–98. DOI: 10.1016/j.fcr.2016.09.025
137. Li L. T., Wang S. Q., Ren T., Wei Q. Q., Ming J., Li J., Lu, J. W. Ability of models with effective wavelengths to monitor nitrogen and phosphorus status of winter oilseed rape leaves using in situ canopy spectroscopy. *Field Crops Research*. 2018. Vol. 215. P. 173–186. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.10.018
138. Wenda-Piesik A., Hoppe S. Evaluation of hybrid and population cultivars on standard and high-input technology in winter oilseed rape. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2018. Vol. 68. P. 678–689. DOI: 10.1080/09064710.2018.1460864
139. Савчук Ю.М., Антоненко О.Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технології вирощування в умовах правобережного лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2. С. 20–27. DOI: 10.31210/visnyk2019.02.02
140. Безкоровайний В.М., Мойсієнко В.В. Насіннєва продуктивність гібридів ріпаку озимого залежно від ширини міжрядь в умовах Лісостепу правобережного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (2). С. 20–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-2-2.

141. Qin S.Y., Sun X.C., Hu C.X., Tan Q.L., Zhao X., Xin J., Wen X. Effect of  $\text{NO}_3 - \text{NH}_4 +$  ratios on growth, root morphology and leaf metabolism of oilseed rape (*Brassica napus* L.) seedlings. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2017. Vol. 39. P. 198. DOI: 10.1007/s11738-017-2491-9
142. Al-Solaimani S.G., Alghabari F., Ihsan M.Z. Effect of different rates of nitrogen fertilizer on growth, seed yield, yield components and quality of canola (*Brassica napus* L.) under arid environment of Saudi Arabia. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 2015. Vol. 6(4). P. 268–274.
143. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосформобілізуєчих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин: рекомендації / В. П. Патики, Ю. О. Тараріко, Л. М. Мельничук та ін. Київ : Аграрна наука, 2000. 36 с.
144. Schulteauf'm Erley G., Behrens T., Ulas A. Agronomic traits contributing to nitrogen efficiency of winter oilseed rape cultivars. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 124(1). P. 114–123. DOI: 10.1016/j.fcr.2011.06.009
145. Косовська Р.Ю. Підвищення зимостійкості ріпаку озимого в насінницьких посівах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (І). С. 99–103.
146. Гайдаш Е.В., Рожкован В.В., Плетень С.В., Комарова І.Б.. Порівняльна оцінка морозостійкості озимого ріпаку. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН*. 2006. Вип. 11. С. 53–59.
147. Лихочвор В.В. Як запобігти вимерзанню озимого ріпаку елементами технології у літньо-осінній період. *Агробізнес сьогодні*. №14. 2015. С.38–41.
148. Мацера О.О. Формування площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу рослин озимого ріпаку залежно від строку посіву та системи удобрення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6 (Том 1). С. 55–62.
149. Jankowski K.J., Sokólski M. The effect of micro-granular starter fertilizer on the biomass quality of winter oilseed rape. *Journal of Elementology*. 2018. Vol. 23. P. 1243–1255. DOI: 10.5601/jelem.2018.23.1.1634
150. Мацера О.О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від рівня удобрення та строку посіву в умовах Правобережного Лісостепу України.

*Збірник наукових праць національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 3. С. 90–104.

151. White C., Roques S., Berry P. Effects of foliar-applied nitrogen fertilizer on oilseed rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science*. 2015. Vol. 153. P. 42–55. DOI: 10.1017/S0021859613000750

152. Мазур В.А., Мацера О.О. Аналіз структурних елементів урожайності рослин озимого ріпаку залежно від впливу удобрення та строку посіву. *Сільське господарство та лісівництво* Вип. 2. № 9, 2018. С. 41–50.

153. Sikorska A., Gugala M., Zarzecka K. The impact of foliar feeding on the yield components of three winter rape morphotypes (*Brassica napus* L.). *Open Agricultural*. 2020. Vol. 5. P. 107–116. DOI: 10.1515/opag-2020-0011

154. Поляков О. І., Вахненко С. В., Тараненко С. В. Вплив мінерального живлення та застосування ретарданту на ріст, розвиток та врожайність озимого ріпака. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. Вип. 19. С. 84–89.

155. Гамаюнова В. В., Гаро І. М. Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого залежно від впливу елементів технології в умовах лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 3 (111). DOI: 10.31521/2313-092X/2021-3(111)-5

156. Погорецький А. В., Случак О. М., Глива В. В., Хархаліс О. Є., Зрада М. С. Азотне живлення ріпаку озимого та шляхи його поліпшення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Вип. 52. Ч. II. С. 68–75.

157. Liu S., Li L., Gao W., Zhang Y., Liu Y., Wang S., Lu J. Diagnosis of nitrogen status in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) using in-situ hyperspectral data and unmanned aerial vehicle (UAV) multispectral images. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018, 151, 185–195. DOI: 10.1016/j.compag.2018.05.026

158. Ahmadi M, Bahrani MJ. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. *American–Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2009. Vol. 5(6). P. 755–761.

159. Jarecki W. The Reaction of Winter Oilseed Rape to Different Foliar Fertilization with Macro- and Micronutrients. *Agriculture*. 2021. Vol. 11. P. 515. DOI: 10.3390/agriculture11060515
160. Косовська Р.Ю. Підвищення зимостійкості ріпаку озимого в насінницьких посівах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2014. Вип. 56 (I). С. 99–103.
161. Sikorska A., Gugala M., Zarzeck, K. The impact of different types of foliar feeding on the architecture elements of a winter rape (*Brassica napus* L.) field. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2020. Vol. 18. P. 263–273. DOI: 10.15666/aeer/1801\_263273
162. Svečnjak Z, Rengel Z. Nitrogen utilization efficiency in canola cultivars at grain harvest. *Plant and Soil*. 2006. Vol. 283(1–2). P. 299–307. DOI: 10.1007/s11104-006-0020-5
163. Мацера О.О. Формування структури врожаю озимого ріпаку залежно від системи удобрення і строку посіву. *Science Review*. 2018. Vol. 3. № 10. P. 17–25.
164. Kulczycki G. Chapter Three – The effect of elemental sulfur fertilization on plant yields and soil properties. In: Sparks Donald L. (eds.): *Advances in Agronomy*, *Advances in Agronomy*, 2021. Vol. 167, P. 131–143. DOI: 10.1016/bs.agron.2020.12.003
165. Jarecki W., Korczyk-Szabó J., Macák M. Effect of Nitrogen and Sulphur Fertilization on Winter Oilseed Rape Yield. *Nitrogen*. 2024. Vol. 5. P. 1001–1014. DOI: 10.3390/nitrogen5040064
166. Poisson E., Trouverie J., Brunel-Muguet S., Akmouche Y., Pontet C., Pinochet X., Avise J.- C. Seed Yield Components and Seed Quality of Oilseed Rape are Impacted by Sulfur Fertilization and its Interactions with Nitrogen Fertilization. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. 458. DOI: 10.3389/fpls.2019.00458
167. Pokhrel D., Neupane R., Aryal S., Panth S., Khanal B. Effect of Different Doses of Sulfur on Growth and Yield of Rapeseed (*Brassica campestris* var. Lumle Tori). *AgroEnvironmental Sustainability*, 2023. Vol. 1. №2. P. 172–179. DOI: 10.59983/s20230102010
168. Namdari A, Baghbani- Arani A, Adavi Z. The Interaction of Combined Application of the Sulfur and Nitrogen on the Growth Characteristics and Yield of

Rapeseed Under Rainfed Conditions. *Journal of Crop Production and Processing*. 2024. Vol. 14. № 4. P. 59–74.

169. Song Y., Li J., Gu H., Lu Z., Liao S., Li X., Cong R., Ren T., Lu J. Effects of application of nitrogen on seed yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Acta Agronomica Sinica*. 2023. Vol. 7. P. 2002–2011. DOI: 10.3724/SP.J.1006.2023.24179

170. Ni F. Effect of Different Agronomic Measures on Carbon-Nitrogen Metabolism and Oil Accumulation in Rapeseed Pod. *Ph.D. Thesis*. Huazhong Agricultural University. Wuhan. China. 2018. 207 p.

171. Varga L., Ložek O., Ducsay L., Kováčik P., Lošák T., Hlušek J. Effect of topdressing with nitrogen and boron on the yield and quality of rapeseed. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2010. Vol. 58,. P. 391–398.

172. Zhu J., Dai W., Chen B., Cai G., Wu X., Yan G. Research Progress on the Effect of Nitrogen on Rapeseed between Seed Yield and Oil Content and Its Regulation Mechanism. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24. 14504. DOI: 10.3390/ijms241914504.

173. Amiri M., Shirani Rad A.H., Valadabadi A., Sayfzadeh S., Zakerin H. Response of rapeseed fatty acid composition to foliar application of humic acid under different plant densities. *Plant Soil Environment*. 2020. Vol. 66. P. 303–308. DOI: 10.17221/220/2020-PSE

174. Oleksy A., Staroń J., Kołodziejczyk M., Kulig B., Brodowicz T. Influence of foliar fertilization with micro- and macroelements on yielding and fat content in seeds of oilseed rape. *Fragmenta Agronomica*. 2019. Vol. 36. № 1. P. 54–66. <http://dx.doi.org/10.26374/fa.2019.36.6>

175. Wang C, Li Z, Wu W. Understanding fatty acid composition and lipid profile of rapeseed oil in response to nitrogen management strategies. *International Food Research*. 2023. Vol. 165. 112565. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.112565

176. Arkadiusz S., Wojtkowiak, K., Pietrzak-Fiecko R. Nutrient content, fat yield and fatty acid profile of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under different agricultural production systems. *Chilean journal of agricultural research*. 2017. Vol. 77. № 3. P. 266–272. DOI: 10.4067/S0718-58392017000300266

177. Мазур В.А., Мацера О.О. Аналіз зміни якісних показників насіння озимого ріпаку залежно від строків посіву та системи удобрення. *Сільське*

господарство та лісівництво. 2019. Вип. 1. № 12. С. 5–17. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-1-1

178. Zhang Z., Song H., Liu Q. Responses of seed yield and quality to nitrogen application levels in two oilseed rape (*Brassica napus* L.) varieties differing in nitrogen efficiency. *Plant Production Science*. 2012. Vol. 15(4). P. 265–269. DOI: 10.1626/pp.s.15.265

179. Логінова І., Капітанська О. Мікроелементи для озимих: ріпак і пшениця. *Пропозиція*. 2021. № 9. С. 48–50.

180. Mahdi H.H., Mutlag L.A., Mouhamad R.S. Study the effect of khazra iron nano chelate fertilizer foliar application on two rapeseed varieties. *Revista Bionatura*. 2019. Vol. 4. P. 841–845. DOI: 10.21931/RB/2019.04.02.4

181. Jarecki W., Buczek J., Bobrecka-Jamro D. The response of winter oilseed rape to diverse foliar fertilization. *Plant Soil Environment*. 2019. Vol. 65. P. 125–130. DOI: 10.17221/5/2019-PSE

182. Brennan R.F., Bolland M.D.A. Foliar spray experiments identify no boron deficiency but molybdenum and manganese deficiency for canola grain production on acidified sandy gravel soils in southwestern Australia. *Journal of Plant Nutrition*. 2011. Vol. 34. P. 1186–1197. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2011.558161>

183. Zhivko T., Radka I. Influence of sowing period and treatment with various foliar fertilizers on the productivity of rapeseed. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2019. Vol. 62. P. 456–464.

184. Varga L., Ložek O., Ducsay L., Kováčik P., Lošák T., Hlušek J. Effect of topdressing with nitrogen and boron on the yield and quality of rapeseed. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2014. Vol. 58. P. 391–398. DOI: 10.11118/actaun201058050391

185. Malhi S.S., Raza M., Schoenau J.J., Mermut A.R., Kutcher R., Johnston A.M., Gill K.S. Feasibility of boron fertilization for yield, seed quality and B uptake of canola in northeastern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science*. 2003. Vol. 83. P. 99–108. DOI: 10.4141/S01-081

186. Jankowski K.J., Sokólski M., Dubis B., Krzebietke S., Żarczyński P., Hulanicki P., Hulanicki P.S. Yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus*



L.) seeds in response to foliar application of boron. *Agricultural and Food Science*. Vol. 25. P. 164–176. DOI: 10.23986/afsci.57413

187. Jankowski K.J., Sokólski M., Dubis B., Krzebietke S., Zarczynski P., Hulanicki P., Hulanicki P.S. Yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) seeds in response to foliar application of boron. *Agricultural and Food Science*. 2016. Vol. 25. P. 164–176.

188. Kováčik, P., Havrlentová, M., Šimanský, V. Growth and yield stimulation of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) by Mg-Titanit fertilizer. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)* 2014. Vol 60. P. 132–141.

189. Kováčik P., Šimanský V., Wierzbowska J., Renčo M. Impact of foliar application of biostimulator Mg-Tytanit on the formation of winter oilseed rape phytomass and titanium content. *Journal of Elementology*. 2016. Vol. 21. P. 1235–1251. DOI: 10.5601/jelem.2016.21.2.1155

190. Yang-Yuen P., Tlustoš P., Balík J., Vaněk V. Effects of magnesium and nitrogen foliar fertilisers on oilseed rape. *Rostlinná Výroba*. 1999. Vol. 45. P. 299–303.

191. Groth D.A., Sokólski M., Jankowski K.J., A Multi-Criteria Evaluation of the Effectiveness of Nitrogen and Sulfur Fertilization in Different Cultivars of Winter Rapeseed-Productivity, Economic and Energy Balance. *Energies*. 2020. Vol. 13. e4654. DOI: 10.3390/en13184654

192. Pużyńska K., Kulig B., Halecki W., Lepiarczyk A., Pużyński S. Response of oilseed rape leaves to sulfur and boron foliar application. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2018. Vol. 40. e169. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-018-2748-y>

193. Haraga L.-C., Ion V., Puiu I. Effects of different sulphur rates and row spacing on oilseed rape. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. Vol. LXVI. Is. 2. P. 228–236.

194. Rameeh V., Niakan M., Mohammadi M.H. Effects of sulphur on the yield, yield component characters and oil content of oilseed rape. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*. 2021. Vol. 66. №1. P. 17–25. DOI: 10.2298/JAS2101017R

195. Stepianiuk M., Głowacka A. Yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L. var. *napus*) in a short-term monoculture and the macronutrient accumulation in relation to the rate and method of sulphur application. *Agronomy*. 2021. Vol. 12. 68. DOI: 10.3390/agronomy12010068

196. Wang L., Hampe A., Mühling K.H., Schulte auf'm Erley G. Sulfur uptake and remobilization are differentially affected by N deficiency in winter oilseed rape cultivars. *Plant Nutrition*. 2017. Vol. 40. P. 524–531. DOI: 10.1080/01904167.2016.1245324
197. Groth D. A., Sokólski M., Jankowski K. J. A multi-criteria evaluation of the effectiveness of nitrogen and sulfur fertilization in different cultivars of winter rapeseed-productivity, economic and energy balance. *Energies*. 2020. Vol. 13. Is. 18. 4654. DOI: 10.3390/en13184654
198. Орлов О. Внесення сірчастих добрив на ріпаку. *Агроном*. 2022. № 2-3. С. 54–55.
199. Jarecki W., Skrobacz K., Lachowski T. Effect of foliar fertilization on the yield and chemical composition of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) seeds. *Agronomy Science*. 2022. Vol. 77. № 4. P. 49–59, DOI: 10.24326/as.2022.4.4
200. Kwiatkowski C.A. Response of winter rape (*Brassica napus* L. ssp. *Oleifera* Metzg., Sinsk) to foliar fertilization and different seeding rates. *Acta Agrobotanica*. 2012. Vol. 65. №2. P. 161–169. DOI: 10.5586/aa.2012.070
201. Zhivko T. Modification of physiological indicators when treating oil-bearing rapeseed with several foliar fertilizers, sown at different time periods. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2020. Vol. 63. P. 231–235.
202. Yang M., Shi L., Xu F.-S., Lu J.-W., Wang Y.-H. Effects of B, Mo, Zn, and Their Interactions on Seed Yield of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pedosphere*. 2009. Vol. 19. P. 53–59.
203. Stanisławska-Głubiak E. The influence of soil reaction on the effects of molybdenum foliar fertilization of oilseed rape. *Journal of Elementology*. 2008. Vol. 13. P. 647–654.
204. Shahsavari N., Jais H.M., Shirani Rad A.H. Responses of Canola Morphological and Agronomic Characteristics to Zeolite and Zinc Fertilization under Drought Stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2014, Vol. 45. P. 1813–1822. DOI: 10.1080/00103624.2022.2063318
205. Rios J.J., Garcia-Ibañez P., Carvajal M. The use of biovesicles to improve the efficiency of Zn foliar fertilization'. *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*. 2019. Vol. 173. P. 899–905. <http://dx.doi.org/10.1016/j.colsurfb.2018.10.057>

206. Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин рістрегуляторами на перезимівлю ріпаку озимого. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2012. Вип. 54 (І). С. 15–25.
207. Raboanatahiry N., Li H., Yu L., Li M. Rapeseed (*Brassica napus*): Processing, Utilization, and Genetic Improvement. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. № 9. 1776.
208. Gao L., Wang C., Wu A. Effect of layered fertilizer strategies on rapeseed (*Brassica napus* L.) productivity and soil macropore characteristics under mechanical direct-sowing. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. 25457. DOI: 10.1038/s41598-024-76077-7
209. Gugąła M., Sikorska A., Zarzecka K., Findura P., Malaga-Toboła U. Chemical composition of winter rape seeds depending on the biostimulators used. *Agronomy*. 2019. Vol. 9. 716. DOI: 10.3390/agronomy9110716
210. Волощук О. П., Сендецький В. М., Мельничук Т. В., Сендецький І. В. Продуктивність ріпаку озимого за застосування регулятора росту вермийодіс та різних норм висіву. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71(2). С. 67-84. DOI: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-5
211. Губенко Л. Регулятори росту ріпаку. *Пропозиція*. 2020. № 9. С. 82–84.
212. Щербаков В. Я., Домарацький Є. О. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин озимого ріпаку залежно від азотних підживлень та рістрегулюючих препаратів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2018. Вип. 87. С. 148–154.
213. Поляков О.І., Нікітенко О.В. Ретарданти як засіб підвищення продуктивності озимого ріпаку. URL : <https://agronom.com.ua/retardanty-yak-zasib-pidvyshhennya-produktyvnosti-ozymogo-ripaku/> (дата звернення 12.10.2025)
214. Рогач В. В., Куряга В. Г. Накопичення і перерозподіл вуглеводів і азотовмісних сполук між органами рослин ріпаку в онтогенезі за дії паклобутразолу. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету*. Серія : Біологія. 2005. № 3/4 (24). С. 28–33.
215. Рогач В.В., Кур'ята В.Г., Поливаний С.В. Дія ретардантів на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. 152 с.

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов проведення досліджень

Дослідження проводились впродовж 2022–2025 років на базі ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП» відповідно до договору про співпрацю № 7 від 30 вересня 2022 року між Вінницьким національним аграрним університетом та господарством (Додаток А. 1) у рамках проведення польових досліджень за темою даного дисертаційного дослідження. Господарство розміщене у Центрального агроґрунтового районі Вінниччини (с. Якушинці Вінницького району, Вінницької області ( $49^{\circ}15'31''$  пн. ш.  $28^{\circ}22'10''$  сх. д.)). Тривалість вирощування ріпаку озимого в господарстві 12 років із 2014 року. Середньобогаторічна площа посіву ріпаку 208 га при середньобогаторічній урожайності за останніх 5 років – 3,82 т/га. Господарство має угоди з ТОВ «ФІРМА ЕРІДОН» у сфері досліджень з систем насінництва, захисту та удобрення ріпаку озимого за використання дистрибутивного продукту компанії для умов Північної провінції Лісостепу Правобережного [216].

Погодні умови є вирішальними у плані можливості масштабування результатів досліджень на інші території з подібними ґрунтовими умовами, але відмінним кліматичним ресурсом [217].

За агрокліматичним районуванням зона досліджень адміністративно відноситься до Вінницького району Вінницької області, що належить до центрального району Північної провінції Лісостепу Правобережного [218, 219]. Детальна параметрична характеристика цього району представлена в табл. 2.1.

За агроґрунтовым районуванням місце досліджень відноситься до центрального агроґрунтового району Вінницької області з переважанням ґрунтів сірих та темно-сірих лісових, чорноземів опідзолених та реградованих (з часткою таких ґрунтів у ґрунтовому покриві Правобережного Лісостепу 52,53%) потенціал родючості, яких оцінено як середній за агрохімічного балу бонітету 41–43, а агроекологічного 45–47 [218].

Таблиця 2.1

**Основні параметри клімату центрального району Вінниччини [219–221]**

| Кліматичні параметри                                        | Середньобогаторічне інтервальне значення |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Тривалість безморозного періоду, днів                       | 141–147                                  |
| Сума активних температур ( $> 5^{\circ}\text{C}$ )          | 2671–2780                                |
| Тривалість періоду вегетації, днів                          | 199–205                                  |
| Сума опадів за рік, мм                                      | 581–634                                  |
| Сума опадів за період вегетації, мм                         | 369–425                                  |
| Середньорічна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$       | 6,7–7,0                                  |
| Абсолютний мінімум температури повітря, $^{\circ}\text{C}$  | -34                                      |
| Абсолютний максимум температури повітря, $^{\circ}\text{C}$ | +38                                      |
| Сума ефективних температур ( $> 10^{\circ}\text{C}$ )       | 1949–2059                                |
| Середня дата першого приморозку, осінь                      | 6–7 жовтня                               |
| Середня дата останнього весняного приморозку                | 23–25 квітня                             |
| Тривалість періоду із сніговим покривом, днів               | 87–90                                    |
| Середня максимальна глибина снігового покриву, см           | 14–15                                    |
| Середня глибина промерзання ґрунту, см                      | 56                                       |
| Переважаючий напрямок вітру                                 | Північно-західний                        |

Представлені режими за ґрунтово-кліматичними умовами дозволяють віднести місце проведення досліджень до умов типових для зони Лісостепу Правобережного, та виходячи з абіотичних вимог сортів та гібридів ріпаку озимого [222–225] та забезпечують отримання високих та сталих врожаїв насіння ріпаку озимого за збереження їх якості.

Дослідні ділянки було закладено на сірих лісових ґрунтах з основними агрохімічними параметрами усереднені для шару ґрунту 0–30 см, які представлено в табл. 2.2. та Додатку Б. 1.

Таблиця 2.2

**Агрохімічна характеристика ґрунту дослідних ділянок на початку закладення досліду (для шару ґрунту 0–30 см) (за даними лабораторного визначення у сертифікованій лабораторії Центру сучасних досліджень ґрунту ТОВ «СІЕЙТІ»)**

| Показник                        | Одиниця виміру | Метод визначення   | Показник | Градація забезпеченості |
|---------------------------------|----------------|--------------------|----------|-------------------------|
| Органічна речовина              | %              | Ох-Red             | 2,00     | Низька                  |
| pH <sub>KCl</sub>               | од. pH         | Кондукто-метрично  | 6,3      | Близька до нейтральної  |
| Електропровідність              | мСм/см         |                    | 0,4      | Оптимальна              |
| Азот легкогідролізний           | мг/кг          | Ionometric         | 81,0     | Середня                 |
| Калій обмінний                  | мг/кг          | За Чіріковим       | 129,0    | Висока                  |
|                                 |                | NH <sub>4</sub> Ac | 429,0    | Дуже висока             |
| Фосфор рухомий                  | мг/кг          | За Мачигінім       | 171,9    | Дуже висока             |
| Кальцій                         | мг/кг          | NH <sub>4</sub> Ac | 3436     | Висока                  |
| Магній                          | мг/кг          | NH <sub>4</sub> Ac | 139      | Середня                 |
| Натрій                          | мг/кг          | NH <sub>4</sub> Ac | 21       | Не суттєва              |
| Сірка                           | мг/кг          | P 500ppm           | 8,5      | Середня                 |
| Цинк                            | мг/кг          | DTPA               | 0,33     | Низька                  |
| Залізо                          | мг/кг          | DTPA               | 16,6     | Висока                  |
| Марганець                       | мг/кг          | DTPA               | 2,3      | Низька                  |
| Мідь                            | мг/кг          | DTPA               | 0,54     | Середня                 |
| Бор                             | мг/кг          | Hot water          | 0,57     | Середня                 |
| Ємність катіонного обміну (CEC) | мг-екв/100 г   |                    | 19,5     | Висока                  |
| Насиченість основами (BS)       | %              |                    | 92,0     | Дуже висока             |
| Калій                           | %              |                    | 5,6      | Дуже висока             |
| Магній                          | %              |                    | 5,9      | Низький                 |
| Кальцій                         | %              |                    | 88,0     | Дуже висока             |
| Водень                          | %              |                    | 0,0      | Неістотна               |
| Натрій                          | %              |                    | 0,5      | Дуже низька             |
| Солонцюватість ґрунту           | %              |                    | 0,47     | Відсутня                |

Враховуючи агрохімічний потенціал ґрунтів дослідного поля та загальний динамізм забезпеченості основними макро- та мікроелементами, властивий сірим лісовим ґрунтам [218, 224] – ґрунтовий покрив мав високий природний потенціал (всупереч низькому вмісту гумусу), щодо формування високих рівнів урожайності ріпаку озимого за збереження його якості. На основі визначеного високого та дуже високого рівня забезпеченості рухомими формами фосфору та калію доцільний рівень азотного живлення ріпаку озимого має базуватись на нормах азоту в удобрення з коефіцієнтом 1,5–2,0 до норм фосфору та калію [99].

Щодо мікроелементів то більшість фізіологічно важливих з них мали за вмістом рухомих форм градацію забезпеченості середню та нижче середньої, що за такого рівня забезпеченості [57, 170], та враховуючи знижену їх мобільність за нейтральної реакції ґрунтового середовища – зумовлює необхідність застосування мікроелементів у формі позакореневого підживлення.

Щодобові та помісячні параметри гідротермічних умов за період досліджень послідовно представлено на рисунках 2.1–2.2 та додатку Б. 2.

З огляду на оптимальність умов для перезимівлі вегетаційний період 2022/2023 року (у календарному виразі з вересня по березень) характеризувався як оптимальний у зіставленні до інших двох. Це позитивно узгоджується з вираженими сталими темпами осінньої динаміки зниження середньодобової температури в значенні градієнта  $0,057\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{добу}$  на фоні сталого середньомісячного зволоження з мінімальною зафіксованою температурою  $-11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  у першій декаді січня 2023 року та наступного мінусового екстремуму  $-9,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  у другій декаді лютого цього ж року (рис. 2.1).

На фоні мінімальної частоти плюсових температур впродовж періоду січня–лютого (10,17% по відношенню до загальної тривалості до відновлення вегетації) та з врахуванням сталого наростання температур у період від початку весняного відновлення вегетації до періоду активного росту рослин озимого ріпаку (температурний градієнт  $0,104\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{добу}$ ) – створено умови для успішної перезимівлі рослин за мінімальних значень снігового покриву та провокування ростових процесів у період кінця лютого–середина березня.

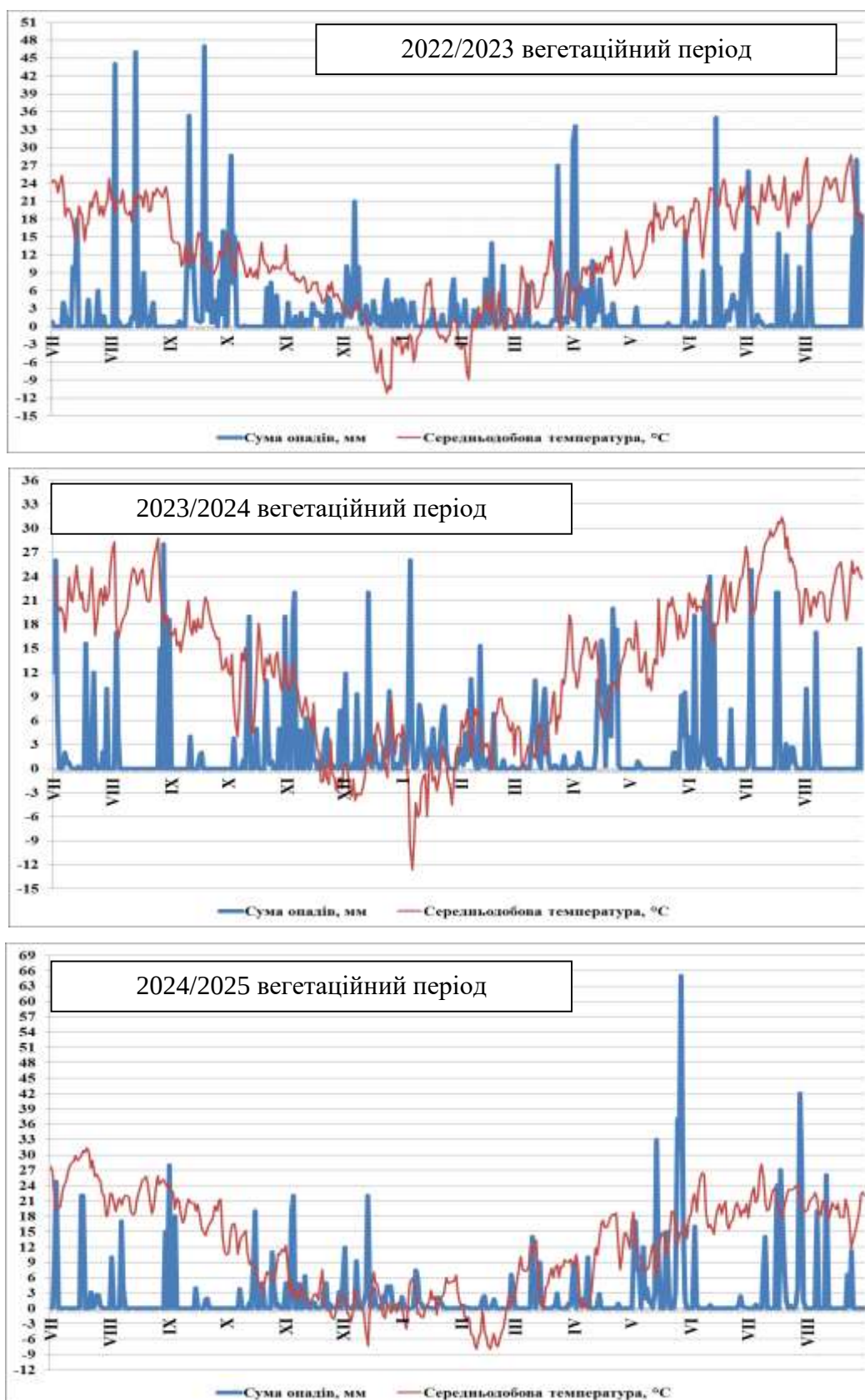


**Рисунок 2.1 – Гідротермічний режим періодів вегетації ріпаку озимого за повний цикл досліджень, 2022–2025 рр. (за даними датчикової метеостанції (WMO\_ID=33562) (49°14'60" пн. ш. 28°31'60" сх. д. на висоті 295 метрів над рівнем моря))**



Такі процеси були важливим для збереженості доброго фізіологічного стану рослин та забезпечення реалізації потенціалу їх продуктивності. Весь період до формування та наливу насіння у динаміці характеризувався сталими та повільними темпами наростання середньодобової температури з екстремумами у інтервальний період травня–червня на рівні 17,7–22,0 °С (рис. 2.1–2.2). Спираючись на результати інтегральної оцінки гідротермічних умов за показниками ГТК,  $K_z$  та  $I_n$  (Додаток Б. 2) та на підставі вказаної раніше градаційної оцінки вказаних показників – весняно-літній період 2022/2023 року було охарактеризовано як помірно вологий за суми опадів за цей період 328,4 мм та середній відносній вологості повітря 69,92%, що відповідало відносному оптимуму у забезпеченні як ростових, так і урожайно формуючих процесів.

Погодні умови 2023/2024 вегетаційного періоду ріпаку озимого було відмічено як період з максимальною варіативністю показника середньодобових температур. Для цього ж періоду вегетації було відмічено мінімальний рівень середньодобової температури у зимовий період до -15 °С та найтепліший період лютого–перша декада березня за весь період досліджень (середньодобова температура +5,8 °С). Такий характер погодних умов за додаткових ризиків малосніжної зими та наявності вираженого ефекту замерзання–розмерзання сформувало умови провокаційного стану рослин з високими темпами зимового та ранньовесняного виснаження. У підсумку це сповільнило темпи відростання рослин ріпаку озимого після відновлення вегетації. Період активної весняної вегетації та плодоформуючих процесів влітку для умов 2023/2024 років вегетації протікав за середньодобової температури за період від квітня до початку дозрівання насіння на рівні 18,2 °С за середньої відносної вологості повітря 66,7%, що на фоні нерівномірності атмосферного зволоження (коефіцієнт варіації за подобовим розподілом опадів 36,9% за суми опадів у період квітня–початку липня 268,7 мм) (рис. 2.1–2.2) сформувало умови для вираженого нестійкого режиму зволоження з короткими (до 5–8 діб) періодами з інтенсивною посушливістю. У підсумку весняно-літня вегетація рослин ріпаку озимого мала виражений абіотичний тиск як на формування біопродуктивності ріпаку озимого, так і на ефективність заходів посатавлених на вивчення. Такі особливості підтверджуються результатами оцінки показників, представлених у Додатку Б. 2.

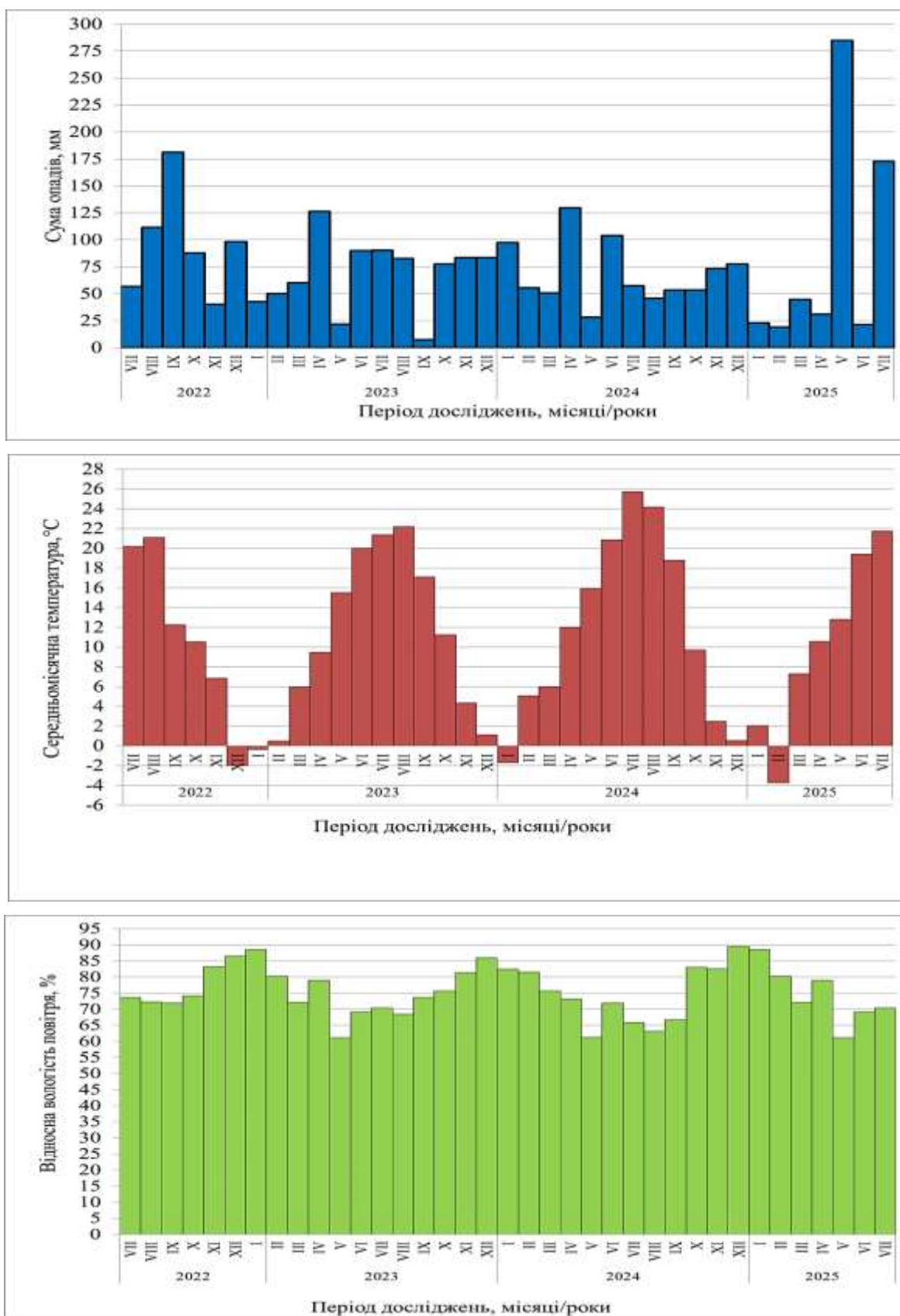


**Рисунок 2.2 – Базові погодні параметри періодів вегетації ріпаку озимого за цикл досліджень у помісячному обліку, 2022–2025 рр. (за даними датчико-логерної метеостанції (WMO\_ID=33562) (49°14'60" пн. ш. 28°31'60" сх. д. на висоті 295 метрів над рівнем моря))**

Зокрема середні за період квітня–першої декади липня показники ГТК 1,162, Іп 33,72 та  $K_z$  0,83. Щодо аридизації то саме для умов 2023/2024 року був відмічений найвищий показник випаровуваності (Е, мм) за період активного росту на весні до початку фази зеленого стручка на рівні 115,75 мм що на 17,18% вище, ніж відмічений для умов 2022/2023 та на 10,24% вище ніж для умов 2024/2025 періодів вегетації.

Показники та загальний гідротермічний режим 2024–2025 вегетаційного періоду мали істотні відмінності. Так, середньодобова температура періоду березня–травня була у середньому на 5,4 °С нижчою, ніж для умов 2022/2023 періоду та вегетації, та на 6,9 °С нижчою, ніж для умов 2023/2024 року вегетації. Було відмічено зниження температури до 0 °С та нічні і ранішні адіабатичні приморозки впродовж першої декади травня, що зумовило температурне враження центрального стебла та зумовило нижчу на 0,5–0,7 т/га облікову врожайність у варіантах досліду в порівнянні з урожайністю за період 2022–2023 рр. Несприятливість періоду активного росту рослин ріпаку озимого та формування насіннєвої продуктивності було зумовлено також надмірним зволоженням на фоні тривалих низьких температур впродовж травня–початку червня за рівня ГТК 7,415 та кількості опадів 149,87 мм (Додаток Б. 2), що посилювало вплив на диспаритет у розподілі інтенсивності росту різних частин рослини, особливо з врахуванням послідуочого зниження режиму зволоження до рівня недостатнього за показником  $K_z$ . Умови періоду червня 2025 року на фоні інтенсивного наростання температур за відміченого дефіциту зволоження хоч і сприяли інтенсивному приросту надземної маси за рахунок використання створених запасів продуктивної вологи у ґрунті у раніші періоди, проте зумовили зниженість та розтягнутість темпів цвітіння за загального зниження репродуктивного зусилля центрального квітконоса ріпаку. Як наслідок, було відмічено мінімальний обліковий рівень урожайності ріпаку озимого.

У результатуючому підсумку періоди вегетації гібридів ріпаку озимого у досліді, за критеріями оптимальності забезпечення формування рівнів загальної біопродуктивності та урожайності насіння, слід ранжувати у такому порядку за зростанням оптимальності: 2024/2025 – 2023/2024 – 2022/2023 періоди вегетації.

## 2.2. Схема, програма та методика проведення досліджень

Вирішення завдань передбачених програмою польових досліджень було реалізовано за рахунок формування польової схеми багатофакторного польового досліджу, які представлені у табл. 2.3.

Комбінаторика досліджу мала чотириразову повторність з систематичним розміщенням варіантів у 2 яруси при загальній площі ділянки 60 м<sup>2</sup>, а облікової – 50 м<sup>2</sup>. Строк сівби для всіх варіантів – кінець третьої декади серпня–перша декада вересня нормою висіву 500 тис. схожих насінин/га за міжряддя 35 см із наступним післяпосівним коткуванням.

Схема досліджу відповідала системі створення знижених переваг для варіанту прогнозовано кращого з позиції впливу на облікові показники. Така схема використовується у європейських країнах, в тому числі й на ріпаку озимому [97]. З цієї позиції та з врахуванням фактичного потенціалу родючості ґрунту (дод. Б. 1) осінній цикл удобрення передбачав оптимізований варіант з підняттям норми азоту до N<sub>37</sub>, що відповідав рівневі максимально рекомендованої для регіону дози азоту восени 40 кг/га д.р. Для варіанту базового блоку основного удобрення рівень осіннього азотного живлення було знижено до майже мінімального рекомендованого (у досліді N<sub>23</sub> проти мінімальної для регіону N<sub>20</sub>). Решта удобрення від загальної дози азотного живлення (100 кг/га д.р.) N<sub>77</sub> для базового блоку основного удобрення (100% амідна форма азоту (карбамід) та N<sub>63</sub> (одночасно три форми азоту: амідна (частка 25%), нітратна (частка 25%) та амідна (частка 50%) у формі КАС 32) з різницею по варіантах базового та поліпшеного блоку для ранньовесняного періоду внесення у значенні 14 кг/га д.р., як і аналогічна різниця в 14 кг/га д.р. для осіннього блоку удобрення – вирівняла факторну систему переваг та нестачі. З іншого боку, з врахуванням визначених вищих втрат азоту з амідної форми азоту, на відміну від поєднання внесення трьох форм азоту створюються переваги саме останньої форми (відповідно до [68, 141]). Для ефективного аналізу доцільності застосування карбаміду та КАС 32, було створено штучні умови дозованої переваги для карбаміду, щоб отримати статистично достовірні значення ефективності та доцільності варіантів.

Таблиця 2.3

**Схема дослід з вивчення впливу комбінованої системи удобрення  
ріпаку озимого на реалізацію його урожайного потенціалу та формування  
показників біоенергетичного потенціалу якості насіння**

| Гібрид<br>(чинник А)                        | Основний блок<br>удобрення<br>(чинник В)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Застосування<br>фунгіцидів<br>рістрегуляторів<br>(чинник С)                                                                                                                        | Позакореневе підживлення<br>мікродобривами<br>(чинник D)                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Абсолют<br>(Limagrain)<br>(A <sub>1</sub> ) | Базовий (B <sub>1</sub> ):<br>Діамофоска<br>(N <sub>13,1</sub> P <sub>34,1</sub> K <sub>34,1</sub> під<br>оранку + N <sub>10</sub> P <sub>26</sub> K <sub>26</sub><br>при посіві) +<br>ВВСН 20: карбамід<br>(N <sub>76,9</sub> весною по<br>мерзлоталому<br>грунту)<br>Норма внесення для<br>варіанту –<br>N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                                                                                                                | Контроль (без ріст<br>регуляції, обробка<br>водою) (C <sub>1</sub> )<br><br>**ВВСН 14–16 +<br>ВВСН 35–39:<br>Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | Без підживлень (контроль, обробка<br>водою) (D <sub>1</sub> )<br><br>ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) +<br>ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )<br><br>ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ<br>(3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>3</sub> )<br><br>Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> ) |
| Домінатор<br>(DSV)<br>(A <sub>2</sub> )     | Поліпшений (B <sub>2</sub> ):<br>Діамофоска + 1S<br>(N <sub>14,4</sub> P <sub>37,4</sub> K <sub>37,4</sub> S <sub>1,5</sub><br>під оранку) +<br>Росаферт 15-15-15<br>(N <sub>22,5</sub> P <sub>22,5</sub> K <sub>22,5</sub> S <sub>22,5</sub><br>при посіві) +<br>ВВСН 20: КАС-32<br>(N <sub>60,5</sub> ) + Тіосульфат<br>амонію (N <sub>2,6</sub> S <sub>6,0</sub> )<br>(весною по<br>мерзлоталому<br>грунту)<br><br>Норма внесення для<br>варіанту –<br>N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

\*фаза феностадійного розвитку рослин озимого ріпаку за шкалою ВВСН (додаток В);

\*\*для всіх інтервальних значень ВВСН застосування елемента технології (внесення добрив, ріст регуляторів тощо) застосовувалось з коду феностадії за першою цифрою інтервалу (наявність інтервалу віднесено до варіювання фенологічного розвитку рослин в агроценозі та можливої технологічної пролонгації заходу за відповідної можливості виконання операції)

Рістрегуляцію було застосовано в осінній та весняний період. Строки застосування весняного циклу ріст регуляції у досліді було зміщено з класичних ВВСН 32–35 на більш пізні ВВСН 35–39, що дозволило врегулювати можливість більш раннього позакореневого підживлення у фазу стеблуння та згармонізувати ріст стебла та системи бічних галузей з реальними темпами морфорегуляційних відповідно до [211, 213, 215]. Такі терміни застосування Карамба Турбо також узгоджені як з мінімальною нормою його застосування (0,65 л/га проти максимальної 1,4 л/га), так і з рекомендаціями компанії виробника щодо феностадії застосування Карамба Турбо – ВВСН 40 [269].

Об'єктом досліджень було два гібриди ріпаку озимого – середньостиглий Абсолют (Limagrain) та середньоранній Домінатор (DSV) (рис. 2.3).

Програма пестицидних обробок на всіх варіантах досліді передбачала таку технологічну схему: післясходовий гербіцид Бутізан Авант СЕ 2,5 л/га (д.р. Метазахлор, 300 г/л, Диметенамід-п 100 г/л, Квінмерак 100 г/л) у фазі 2 листочків); у фазі 7–8 листочків ріпаку озимого – інсектицид Кіллітоп 1,5 л/га (д.р. циперметрин 50 г/л + хлор пірифос 500 г/л) проти підгризаючих совок та інсектицид Інстрайкерт 0,2 л/га (д.р. ацетаміприд 150 г/л + лямбда-цигалотрин 50 г/л); у фазу бутонізації фунгіциди Дерозал 1 л/га (карбендазим 500 г/л), Кларк 0,4 кг/га (д.р. азоксистробін: 500 г/кг) та Вето 0,5 л/га (пропіконазол: 250 г/л) + інсектициди Еванс 0,15 л/га (д.р. лямбда-цигалотин, 50 г/л.) та, Інстрайкер 0,2 л/га (д.р. ацетаміприд 150 г/л + лямбда-цигалотрин 50 г/л); на фазу початку–середини цвітіння рослин ріпаку озимого внесення проти ріпакового квіткоїда інсектициду Біскайя 0,5 л/га (д.р. тіаклоприд 240 г/л) та проти комплексу хвороб генеративної частини та стручків фунгіцид Піктор 0,4 л/га (д.р. боскалід, 200 г/л + дімоксистробін, 200 г/л).

Попередник для всіх варіантів озима пшениця. Обробіток для всіх варіантів досліді передбачав: дискування (6–8 см) з наступною оранкою (23–25 см). Для передпосівного обробітку застосовано агрегат Компактор.

Нижче наводимо характеристику гібридів та застосованих агрохіміктів.

*Гібрид Абсолют.* Високоадаптивний та високоврожайний (біопотенціал понад 7,0 т/га) середньостиглий гібрид. Має ген стійкості до хвороб RLM7.

Ефективно використовує запаси елементів живлення в ґрунті. За результатами конкурсного випробування має стійкість (балів) до: вилягання – 8; зимостійкість – 9; посухи – 8; фомозу – 9; білої гнилі – 8; цвілі – 9. Володіє високим компенсаторним потенціалом. Рекомендований для Лісостепу з нормою висіву 350–550 тис. схожих насінин/га. Низькоглюкозинолатний ( $< 15$  ммоль/г). Середня тривалість періоду вегетації 300–318 діб. Висота рослин у межах 127,0–165,8 см. Вміст білка у насінні 18–21%, олії 45,0–47,9%. В умовах Вінниччини у варіанті виробничого імітування мав урожайність 4,95–5,58 т/га.



**Рисунок 2.3 – Гібриди ріпаку Абсолют та Домінатор у демонстраційних посівах у межах демополігону на базі ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП», відповідно 2023 та 2024 роки**

*Гібрид Домінатор.* Середньоранній гібрид з відмінною реакцією на морфорегулятори, пластичний до строків сівби та несприятливих умов перезимівлі та відновлення вегетації. Ефективно використовує ґрунтові запаси елементів живлення. Має ген стійкості до хвороб APR 37. За результатами конкурсного випробування має стійкість (балів) до: посухи 7–8; зимостійкість 7–8, вилягання 9; осипання 7–8, до шкідників та хвороб – 7–8. Висота стебла 113,2–153,6 см. Тривалість вегетації 281–312 діб. Олійність насіння 44,8–48,9%. Рекомендований для Лісостепу з нормою висіву 350–550 тис. схожих насінин/га. Досяжна урожайність 6–7 т/га. В умовах Вінниччини урожайність 4,28–5,35 т/га.

*Діамофоска* (N – 10% P – 26% K – 26%) – гранульоване полікомпонентне добриво, рекомендованого для всіх варіантів основного внесення в осінній період, а також для варіантів підживлення.

*Діамофоска* (N (10%), P (26%), K (26%) + 1S)  $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KCl} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Містить: N (азоту в амонійній формі) 10 %,  $\text{SO}_3$  (оксид сірки) 1 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  (оксид фосфору) 26 %,  $\text{K}_2\text{O}$  (оксид калію) 26 %. Рекомендоване до застосування на всіх типах ґрунтів під всі культури у варіантах основного удобрення та підживлення. Додатковий вміст сірки забезпечує ріст корневих систем, підвищує міцність стебла та засвоюваність азоту. Наявність фосфору в формі діамонію забезпечує пролонговану його доступність впродовж періоду вегетації культур.

*Карбамід* (сечовина,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ). Містить 46,0–46,2% азоту в амідній формі. За рахунок повільної трансформації такої форми у доступну для рослин, має пролонговану дію. Застосовується у варіантах основного удобрення та підживлення. Добре розчинне у воді. Має вищу ґрунтову іммобілізацію ніж аміачна селітра. Може містити сліди біурету.

*Росаферт 15-15-15*. Комплексне гранульоване добриво без вмісту сполук хлору з вмістом загального азоту 15% (амонійного 12,2% + нітратного 2,8%),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (оксид фосфору) 15%,  $\text{K}_2\text{O}$  (оксид калію) 15%,  $\text{CaO}$  (оксиду кальцію) 2,3%,  $\text{SO}_3$  (оксиду сірки) 15%. Добриво рекомендоване для рослин чутливих до хлору. Наявність сірки та двох форм азоту сприяє поліпшенню азотному живленню за певної оптимізації використання фосфору та калію.

*КАС-32*. Суміш водних розчинів аміачної селітри і карбаміду (структура: 35,4% карбамід, 44,3% селітра, 19,4% вода, 0,5% аміачна вода за загального вмісту азоту 32,0–32,5% (25% нітратної ( $\text{NO}_3$ ), 25% амонійної ( $\text{NH}_4$ ) та 50% амідної ( $\text{NH}_2$ ) форм)). Не містить біурету. Щільність 1,31–1,34  $\text{кг/м}^3$ , розчинність 750–800 г/л при рН 8,5–8,9. Належить до добрив з пролонгованою дією азоту, яке не випаровується в атмосферу. Має широку адаптивність застосування до початку цвітіння культур за дефіциту ґрунтового та атмосферного зволоження із швидким ґрунтопроникненням.



*Тіосульфат амонію*  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Рідкий без кольору розчин (рН 6,5–7,8) з таким вмістом: 12% азоту (амонійна форма) і 26% сірки (12-0-0-26S,  $\text{SO}_3$  – 63,82%). Сумісний з більшістю рідких добрив та є рекомендованим головним компонентом для марок КАС. За рахунок сульфатної та елементарної форм сірки, є як пролонгованим джерелом сірки, так і суттєво поліпшує засвоєння азоту з ґрунту, за зменшення втрат аміачної та промивання нітратної форм азоту.

*Букат 500 КС* (Тебуконазол, 500 г/л). Належить до системних фунгіцидів триазольної групи з вираженими морфорегулятивними властивостями. Фунгіцидна дія ґрунтується на депресії синтезу стеролу в мембрані клітин патогенів. Ефект рістрегуляції виявляється у зниженні темпів росту рослини, активізації синтезу запасних речовин у коренях, зниження загальної оводненості тканин, активізації росту та галуження кореневої системи.

*Карамба Турбо* (30 г/л Метконазол, 210 г/л Мепікват-хлорид у формі розчинного концентрату). Являється першим фунгіцидом-ретардантом. Його дія ґрунтується на дії метконазолу і мепікватхлориду через процеси впливу на біосинтез гіберелінів, що у кінцевому варіанті впливає на вертикальний та радіальний ріст рослин ріпаку озимого, закладення плодоеlementів та формування генеративної архітектоніки рослин. З позиції фунгіцидної дії препарат інгібує біосинтез ергостеролу у клітинах фітопатогенів.

*Розалік (В, Мо, S)*. Ефективне мікродобриво для варіантів позакореневого підживлення, яке містить: В (бор): 87 г/л або 5,75%; Мо (молібден): 12 г/л або 0,78%;  $\text{SO}_3$  (оксид сірки): 520 г/л або 34,2%. На ріпак застосовується для оптимізації живлення бором та молібденом у першу чергу. Додатково сприяє підвищенню рівня засвоєння азоту з ґрунту та якості насіння.

*Розасоль 18-18-18+ME*. Ефективне комплексне мікродобриво, яке містить у своєму складі:  $\text{N}_{\text{заг}}$ . (18%),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (18%),  $\text{K}_2\text{O}$  (18%),  $\text{SO}_3$  (9,8%), В (125 мг/кг), Cu (94 мг/кг), Fe (325 мг/кг), Mn (400 мг/кг), Zn (287 мг/кг). Рекомендоване для полікомпонентного позакореневого підживлення.

*Спрей-Ейд*. Один із сучасних ад'ювантів, який ідеально підходить для води з високим рівнем жорсткості, підвищує якість сумісності препаратів у бакових сумішах та поліпшує взаємодію розчинів із фолійною частиною рослин.

Перед закладкою дослідів відбиралися зразки ґрунту відповідно до стандартних методик в ґрунтознавстві [226] з їх аналізом у сертифікованій лабораторії Центру сучасних досліджень ґрунту ТОВ «СІЕЙТІ» (додаток Б. 1).

Обліки основних фенологічних фаз проводили відповідно до міжнародної шкали ВВСН [99] (Додаток В) базуючись на методологічних підходах процедури державного сортовипробування сільськогосподарських культур [290], згідно якої початок відповідної фенофази відповідав її наявності у 10% рослин, а повна фаза – у 75% рослин.

Облік густоти стояння рослин проводили кількаразово: на етапі повних сходів, перед входженням рослин у зиму, після перезимівлі на етапі початку відростання та перед обліками індивідуальної насінневої продуктивності рослин шляхом застосування звичайної облікової рамки площею 1 м<sup>2</sup> з послідовним її накладенням у 5 місцях несуміжних повторень стохастично [226, 227].

Виживаність рослин визначали за загальноприйнятими методиками для хрестоцвітих видів рослин, як відношення кількості рослин які залишились на певну фенофазу, до кількості рослин у попередньому обліку [226, 227].

Морфометрію рослин в осінній період вегетації рослин ріпаку озимого (показники: діаметр кореневої шийки, висота точки росту над ґрунтом, висота стебла) а також у весняно-літній період вегетації (показники: діаметр стебла рослин, кількість листків на рослині, кількість бічних галузень стебла, кількість стручків на рослині, кількість насінин в стручку) визначали шляхом прямого вимірювання у полі на певну феностадію розвитку рослин в групі із не менш як 25 типових рослин, відібраних рандомізовано у кожному повторенні у межах облікової ділянки, застосовуючи рекомендації для хрестоцвітих видів рослин [228] (Додаток Б. 3 –Б. 4). Для підвищення точності лінійних вимірювань було застосовано електронний штангель циркуль Digital Caliper (точність  $\pm 0,01$  мм).

Висоту рослин у період весняно-літньої вегетації ріпаку озимого визначали із використанням мірної лінійки ( $\pm 1,0$  мм) на 25 типових рослинах, у кожному повторенні у стохастичному порядку в межах облікової площі дослідних ділянок у 4 фенологічні фази: стеблування (ВВСН 35–37), бутонізація (ВВСН 52–54), цвітіння (ВВСН 63–65) та воскова стиглість (ВВСН 83–85) [228].

Облік сформованої сирової надземної біомаси рослин (після видалення всієї іншовидової рослинності) визначали в динаміці у розрізі основних фенологічних фаз шляхом відборів з площі 1 м<sup>2</sup> з їх чергуванням у межах суміжних повторень та послідуочого прямого зважування на електронних вагах [228]. Вміст сухої речовини у листостебловій частині визначали термостатно-ваговим методом з ексикацією [226]. Переведення біомаси рослин в суху речовину проводилось за визначеним вмістом сухих речовин [228].

Площу листя визначали застосовуючи метод висічок [228] з відбором висічок як із різних частин листка, так і з різних ярусів рослини. Листя відбиралось із 5 типових рослин у кожній повторності. Площу листя визначали за формулою 2.1 з перерахунком на гектарну через густоту стояння рослин.

$$S = \frac{M_2 \times S_B}{M_1 \times n} \quad (2.1)$$

де:  $S_B$  – облікована площа висічок, м<sup>2</sup>

$M_1$  – визначена сира маса висічок для відповідної повторності дослідів;

$M_2$  – сира маса листків визначена для даної повторності дослідів;

$n$  – число аналізованих рослин в повторності.

Для визначення фотосинтетичного потенціалу посівів (ФП, тис. м<sup>2</sup>/га х діб (у варіанті міжфазних фенологічних обліків) та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ, г/м<sup>2</sup> за добу) було застосовано стандартні підходи та формули (2.2 та 2.3) відповідно до рекомендацій вивчення асиміляційних параметрів хрестоцвітих видів рослин [228, 229]:

$$\Phi\Pi = \frac{(L_1 + L_2) \times T_1 + \dots + (L_n + L_{n+1}) \times T_n}{2} \quad (2.2)$$

де:  $L_{(1-2)}$  – площа листя на першу та наступну фенологічну фазу, тис. м<sup>2</sup>/га,

$T$  – тривалість міжфазного періоду, діб.

$$\text{ЧПФ} = \frac{2 \times (B_2 - B_1)}{(L_1 + L_2) \times T}, \quad (2.3)$$

$B_1$  – облікована маса урожаю в сухій речовині на попередню фенофазу, г;

$B_2$  – облікована маса урожаю в сухій речовині на наступну фенофазу, г;  $L_1$  – облікована площа листя на попередню фенофазу, м<sup>2</sup>;  $L_2$  – облікована площа листя на наступну фенофазу, м<sup>2</sup>;  $T$  – тривалість міжфазного періоду, діб.

Для оцінки ефективності функціонування фотосинтетичного апарату рослин за різних варіантів досліду було застосовано метод індукції флуоресценції хлорофілу за використання портативного флуориметра «Флоратест» [230] з обліком показників на фазу повного цвітіння рослин за використання стандартних протоколів аналізу кривої індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) (рис. 2.4) та базових її індикаторів відповідно до міжнародних протоколів обліку [231] (табл. 2.4).

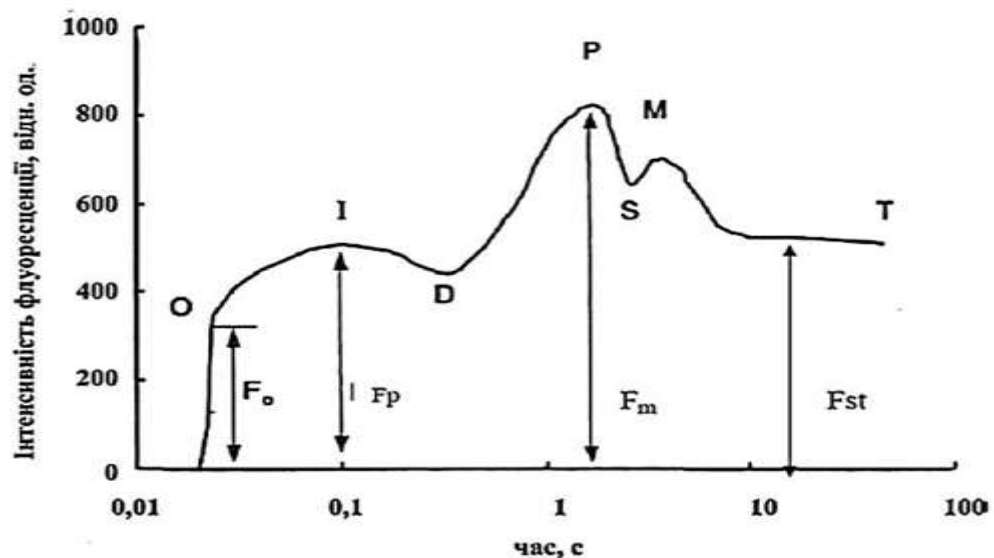


**Рисунок 2.4 – Типологічна крива індукції флуоресценції хлорофілу (крива Каутського і Гірша) та її базові параметри:  $F_0$  – початкове значення індукції флуоресценції;  $F_p$  (або  $F_p$ ) – зона «плато»;  $F_m$  – максимальний рівень індукції;  $F_{st}$  – стаціонарне значення індукції (відповідно до [231])**

Оцінку ступеня ураженості рослин ріпаку озимого хворобами було здійснено за використання стандартної методики візуальної оцінки поширеності хвороб у структурі зонального сортовипробування [227] за таким переліком фітопатогенів: склеротиніоз (*Sclerotinia sclerotiorum*), пероноспороз (*Peronospora brassicae*), фомоз (*Phoma lingam*), борошниста роса (*Erysiphe graminis*), альтернаріоз (*Alternaria brassicae*).

Показник біологічної ефективності застосованих фунгіцидів з рістрегулюючим ефектом було оцінено на підставі детермінації фітопатологічного ефекту від застосування засобів [227].

Таблиця 2.4

**Основні показники аналізу кривої індукції флуоресценції хлорофілу [231, 232]**

| Прямі та похідні індекси на основі ключових параметрів кривої ІФХ | Спосіб калькуляції**                   |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Зростання флуоресценції                                           | $dF_{pl} = F_{pl} - F_0$               |
| Максимальна змінна флуоресценції                                  | $F_v = F_m - F_0$                      |
| Індекс впливу екзогенних та ендогенних факторів                   | $\frac{dF_{pl}}{F_v}$                  |
| Фотохімічна (квантова) ефективність (EP)                          | $EP = \frac{F_v}{F_m}$                 |
| Фотохімічне гасіння ( $Q_{ue}$ )                                  | $Q_{ue} = \frac{F_0}{F_v}$             |
| Водний потенціал листка ( $L_{wp}$ )                              | $L_{wp} = \frac{F_m}{F_0}$             |
| Індекс життєздатності рослин ( $RF_d$ )                           | $RF_d = \frac{F_m - F_{st}}{F_{st}}$   |
| Індикатор ендогенних (стресових) факторів ( $K_{ef}$ )            | $K_{ef} = \frac{F_{st}}{F_m}$          |
| Величина фотохімічного гасіння флуоресценції (QP)                 | $QP = \frac{F_m - F_{st}}{F_m - F_0}$  |
| Індекс ефективності первинних реакцій фотосинтезу ( $K_{pp}$ )    | $K_{pp} = \frac{F_v}{F_0}$             |
| Коефіцієнт згасання флуоресценції ( $K_{fd}$ )                    | $K_{fd} = \frac{F_m}{F_{st}}$          |
| Відносна зміна флуоресценції в момент часу t ( $V_t$ )            | $V_t = \frac{F_{st} - F_0}{F_m - F_0}$ |

\*У формулах відповідні параметри кривої ІФХ ( $F_0$ ,  $F_{pl}$ ,  $F_m$ ,  $F_{st}$  (рис. 2.4))

Структуру індивідуальної насіннєвої продуктивності рослин ріпаку озимого визначали з врахуванням матрікальної різноякості стручків ріпаку озимого в межах осей суцвіття з розрахунком кількості продуктивних стручків за використання рекомендованої методики для хрестоцвітих [233, 234]. Для цього на дослідних ділянках було сформовано облікові майданчики площею 1 м<sup>2</sup> по два у кожному повторенні в середній зоні ділянки. На рослинах з майданчиків відбиралось не менше 100 стручків із нижньої та середньої зони суцвіття для визначення кількості насінин у стручку, характерної для основної продуктивної зони суцвіття. Після цього стручки обмолочувались і насіння зважувалось з коректуванням на стандартну вологість. З очищеної і підсушеної маси насіння відбирались зразки для обліку маси 1000 насінин за ДСТУ 2240-93 [235]. Калькуляція адекватної кількості продуктивних стручків проводилась шляхом переведення маси зібраного насіння з облікового майданчика у вираз кількості насіння з 1 м<sup>2</sup> через показник маси 1000 насінин та ділення отриманого показника на попередньо обліковану фактичну густоту стояння рослин у досліді.

Фактичний рівень урожайності насіння визначали на підставі подільяноквого комбайнового обмолоту з корегуванням на стандартну вологість та чистоту насіння [228]. Вологість насіння визначали електронним вологоміром Wile 65.

Визначення вмісту цукрів у кореневій шийці рослин ріпаку озимого проводили тричі за період перезимівлі (грудень, січень та лютий) за рахунок загальної вібраційної фільтрованої етанольної екстракції [236] при застосуванні цифрового рефрактометра Fnrсі JBM-20 Brix 0–55%.

Показники якості насіння та олії в гібридів ріпаку озимого визначали у сертифікованій експертній лабораторії ПрАТ «Вінницький ОЖК» відповідно до ДСТУ 4966:2008 [237] за використання інфрачервоного аналізатора AgriCheck (Bruins Instruments, Німеччина), а жирнокислотний склад насіння за використання методу газорідинної хроматографії (відповідно до ДСТУ EN ISO 12966-4:2019 [238]) та газового хроматографа Хроматек-Кристал 5000.

Для оцінки рівня придатності олії з насіння отриманого з різних варіантів досліду застосовано систему критерійних показників на підставі [239], зокрема такі параметри (в міжнародній аббревіатурі) як: коефіцієнт подовження (ER, формула 2.4), коефіцієнт десатурації (DR, формула 2.5), коефіцієнт десатурації олеїнової кислоти (ODR, формула 2.6), коефіцієнт десатурації лінолевої кислоти (LDR, формула 2.7), коефіцієнт співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот (S/U, формула 2.8) та коефіцієнт співвідношення поліненасичених та мононенасичених жирних кислот (PU/MU, формула 2.9).

$$ER = \frac{C_{20:1} + C_{22:1}}{C_{20:1} + C_{22:1} + C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3}} \quad (2.4)$$

$$R = \frac{C_{18:2} + C_{18:3}}{C_{20:1} + C_{22:1} + C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3}} \quad (2.5)$$

$$ODR = \frac{C_{18:2} + C_{18:3}}{C_{18:1} + C_{18:2} + C_{18:3}} \quad (2.6)$$

$$LDR = \frac{C_{18:3}}{C_{18:2} + C_{18:3}} \quad (2.7)$$

де:  $C_{18:1}$ ,  $C_{18:2}$ , ...,  $C_{22:1}$  – частка відповідних жирних кислот у структурі, %

$$\frac{S}{U} = \frac{\text{Частка насичених жирних кислот (\%)}}{\text{Частка ненасичених жирних кислот (\%)}} \quad (2.8)$$

$$\frac{PU}{MU} = \frac{\text{Частка поліненасичених жирних кислот (\%)}}{\text{Частка мононенасичених жирних кислот (\%)}} \quad (2.9)$$

Для розрахунків виходу біодизеля з 1 га було застосовано загальну схему розрахунку [240] за таких технологічних параметрів: вихід переробки олії на біодизель ( $\eta_p$ ) 0,90; щільність біодизеля ( $\rho$ ) – 0,880 кг/л; середня густина ріпакової олії (при 20°C) 0,915 кг/л, теплота згоряння біодизеля 38 Мдж/кг.

Для прогнозованої оцінки якості біопалива отриманого з олії насіння з різних варіантах дослідів відповідно до ДСТУ EN 14214:2019 [241] було використано програму калькуляції Rapeseed\_Biodiesel\_Full\_FA\_Profile.

Для аналізу гідротермічних умов окрім основних параметрів було застосовано (відповідно до [220]): гідротермічний коефіцієнт (ГТК) (формула 2.10), індекс посушливості ( $I_p$ ) (формула 2.11) та коефіцієнт зволоження ( $K_z$ ) (формула 2.12). Оціночна градація даних показників подана в Додатку Б. 2.

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R}{0.1 \times \sum t_{>10}} \quad (2.10)$$

де:  $\sum R$  – сума опадів (мм) за період з температурою  $> 10^\circ\text{C}$ ;  $\sum_{t>10}$  – сума ефективних температур за той же період оцінки.

$$I_p = \frac{12P_{\text{оп}}}{T_{\text{сер.}} + 10} \quad (2.11)$$

де:  $P_{\text{оп}}$  та  $T_{\text{сер.}}$  – кількість опадів та середньодобова температура повітря за відповідний місяць.

$$K_z = P / E \quad (2.12)$$

де:  $P$  та  $E$  – кількість опадів та випаровуваність (формула 2.14 [220]), мм.

$$E = 0,0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - a) \quad (2.13)$$

де:  $t$  та  $a$  – середня температура ( $^\circ\text{C}$ ) та відносна вологість повітря (%).

Калькуляцію показників економічної ефективності проводили на підставі застосування стандартних методик економічного аналізу на підставі відповідної технологічної карти варіантів дослідів у цінових котируваннях 2025 року [243].

Біоенергетичну оцінку варіантів дослідів та оцінку їх конкурентоспроможності визначали за стандартними методами [244, 245].

Статистична оцінка результатів досліджень була проведена за використання загальноприйнятих методів дисперсійного, кореляційного, регресійного, кластерного аналізу та аналізу головних компонент [242] за

використанням програм Statistica 10.0, R statistaca. Було застосовано також підхід формування умовного коефіцієнта оптимізації технології відповідно до практики аналізу [242] з присвоєнням комбінаціям варіантів (табл. 2.3) відповідного цифрового коефіцієнта за інтенсивністю оптимізації:  $D_1C_1D_1 - 0$ ;  $B_1C_1D_2-D_4$ ,  $B_1C_2D_1$ ,  $B_2C_1D_1 - 1$ ;  $B_1C_2D_2-D_4$ ,  $B_2C_1D_2-D_4$ ,  $B_2C_2D_1 - 2$ ;  $B_2C_2D_2-D_4 - 3$ .

Для оцінки регресійних моделей, було застосовано [242]: коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ), скоректований коефіцієнт детермінації ( $R^2_{adj}$ ), середню квадратичну (RMSE) та відносну квадратичну похибку (RRMSE), індекс передбачуваності (PE).

Для ідентифікації тісноти зв'язку у системі кореляційних співставлень було застосовано коефіцієнт детермінації ( $d_{yx}$ ) (формула 2.15):

$$d_{yx} = r_{ij}^2 \times 100 \quad (2.14)$$

де:  $r_{ij}$  – парний коефіцієнт кореляції відповідного типу між  $i$ -тою та  $j$ -тою ознакою.

## Висновки до розділу 2

1. Ґрунтово-кліматичні умови базового місця проведення досліджень були ідентичнотиповими до умов Правобережного Лісостепу України та в основному сприятливою для вирощування ріпаку озимого.

2. Гідротермічні режими періоду досліджень мали певні відхилення як від рівня середньобаторічних показників, так і в межах років періоду досліджень, що дозволило оцінити повною мірою їх частку впливу на формування результуючих показників варіанту досліду та адаптивність досліджуваних гібридів, що в свою чергу дозволило рекомендувати найбільш оптимальні технологічні рішення для виробничих умов регіону досліджень.

3. Технологія вирощування ріпаку озимого, застосована у варіантах досліду відповідала за основними елементами рекомендованій та застосовуваній в умовах Правобережного Лісостепу України, окрім досліджуваних чинників поставлених на вивчення. Застосовані методи досліджень були направлені на отримання достовірних статистично значущих результатів, які можна буде імплементувати у виробництво.



## Список використаної літератури до розділу 2

216. Польові семінари «Ерідон» на базі ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП». URL: <https://www.eridon.ua/polovi-seminari-eridon-na-bazi-tov-vin-agro-grup-2023> (дата звернення 11.10.2025 р.)
217. Abbass K., Qasim M.Z., Song H., Murshed M., Mahmood H., Younis I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29. №28. P. 42539–42559. DOI: 10.1007/s11356-022-19718-6
218. Цицюра Я.Г., Броннікова Л.Ф., Пелех Л.В. Ґрунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрямки ефективного використання: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД». 2018. 452 с.
219. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця: ВАТ «Віноблдрукарня», 1997. 240 с.
220. Врублевська О.О., Катеруша Г.П., Миротворська Н.К.. Кліматологічна обробка окремих метеорологічних величин. Одеса. 2004. 150 с.
221. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Біла Церква: Видавництво ТОВ «РІА» БЛПЦ, 2014. 20 с.
222. Корнійчук О.В., Юрчук С.С. Вплив погодно-кліматичних параметрів на урожайність насіння ріпаку озимого. *Корми і кормовиробництво*. 2023. №95. С.74–87. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202395-06.
223. Зимароєва А.А., Федонюк Т.П., Пінкіна Т.В., Пінкін А.А. Агроекологічні детермінанти варіювання врожайності ріпаку. *Agrology*. 2020. Вип. 3(1). С. 12–18. DOI: 10.32819/020002
224. World Reference Base for Soil Resources, International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil. In World Soil Resources Reports; Field Experiment; Food and Agriculture Organization: Rome, Italy, 2014. Available online: <http://www.fao.org> (accessed on 10 October 2025).
225. Moral F.J., Rebollo F.J., Paniagua L.L., García-Martín A., Honorio F. Spatial Distribution and Comparison of Aridity Indices in Extremadura, Southwestern Spain. *Theoretical and Applied Climatology*. 2016. Vol. 126. P. 801–814. DOI: 10.1007/s00704-015-1615-7

226. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторнопрактичних заняттях з агрономічної хімії: Навч. посібник. Карасюк І. М., Геркіял О. М., Недвига М. В. та ін., за ред. І. М. Карасюка. Київ: ЗАТ «НПЧЛАВА», 2001. 192 с.
227. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Волкодава. Київ, 2001. 110 с.
228. Сайко В. Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН» 2011. 76 с.
229. Приседський Ю.Г. Фотосинтез. Вінниця: ДонНУ, 2016. 68 с.
230. Romanov V.O., Artemenko D.M., Braiko Y.O. Family of portable devices 'Floratest': preparation for serial production. *Computer tools, networks and systems*. 2011. № 10. P. 85–93.
231. Brestic M, Zivcak M. PSII fluorescence techniques for measurement of drought and high temperature stress signal in plants: protocols and applications. In: Rout GR, Das AB (eds.) *Molecular stress physiology of plants*. Springer Dordrecht 2013. P. 87–131. DOI: 10.1007/978-81-322-0807-5\_4
232. Kalaji H.M., Goltsev V.N., Żuk–Golaszewska K., Zivcak M., Brestic M. *Chlorophyll Fluorescence. Understanding Crop Performance: Basics and Applications*. CRC Press, Boca Raton. 2017. 222 p.
233. Цицюра Я.Г. Оцінка ефективності конструювання агрофітоценозів та удобрення редьки олійної на основі модульно-віталітетного методу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 14. № 3. С. 57–78. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-3-5
234. Хмелянчишен Ю.О. Оптимальне поєднання сорту, способу сівби і удобрення в енергозаощаджуваній технології вирощування насіння ріпаку ярого в південно-західній частині Лісостепу України: дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Подільський державний аграрно-технічний університет. Кам'янець-Подільський. 2005. 240 с.
235. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. К.: Держстандарт України, 1994. 73 с.
236. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості

продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С.О., Києнко З.Б., Присяжнюк Л.М. Вінниця, 2016. 159 с.

237. Насіння ріпаку для промислового перероблення. Технічні умови : ДСТУ 4966:2008. [Чинний від 2010-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 8 с. (Національний стандарт України)

238. ДСТУ EN ISO 12966-4:2019 Жири тваринні і рослинні та олії. Газова хроматографія метилових ефірів жирних кислот. Частина 4. Визначення методом капілярної газової хроматографії. ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості». 2019. 17 с.

239. Tsytsiura Y. Evaluation of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) oil as a potential component of biofuels. *Engenharia Agrícola*. 2023. Vol. 43. Special issue. e20220137. DOI: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v43nepe20220137/2023

240. Дубневич Ю., Черевко Д. Методика визначення ефективності вирощування ріпаку на енергетичні потреби. *Аграрна економіка*, 2016, Т. 9, № 3-4. С. 9–17.

241. ДСТУ EN 14214:2019. Автомобільне паливо. Метилові ефіри жирних кислот (FAME) для дизельних двигунів. Вимоги та методи випробування (EN 14214:2012 + A2:2019, IDT). З наданням чинності від 2019–09–01. 2019. 27 с.

242. Rumsey D.J. Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc. 2016. 408 p.

243. Саблук П. Т., Мазоренко Д. І., Мазнєв Г. Є. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. Київ: ННЦ ІАЕ, 2005. 402 с.

244. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково-методичне забезпечення). Ю. О. Тараріко, О. Ю. Несмашна, О. М. Бердніков, Л. Д. Глущенко, Г. І. Личук та інші. Київ: Аграрна наука, 2005. 200 с.

245. Гарькавий А.Д., Петриченко В.Ф., Спірін А.В. Конкурентоспроможність технологій і машин: Методичний посібник. Вінниця: ВДАУ «Тірас». 2006. 59 с.

### **РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФОНОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ, РІСТРЕГУЛЯТОРІВ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ТА ІНФЕКЦІЙНІСТЬ АГРОЦЕНОЗІВ РІПАКУ ОЗИМОГО**

#### **3.1. Тривалість міжфазних періодів вегетації ріпаку озимого залежно від комплексного поєднання оптимізованих систем мінерального живлення та рістрегулюючих речовин**

Феностадійний розвиток є важливою складовою формування продуктивності рослин, оскільки визначає як загальні темпи ростових процесів, так і якісні перетворення органогенезу [246, 247]. З позиції ідіотипічної моделі феностадійного розвитку сучасних гібридів ріпаку озимого є ряд важливих феноперіодів, які визначають успішність реалізації їх потенційно досяжного рівня продуктивності. До них відноситься період від сходів до стадії зимового спокою, який має бути розмірним за темпами росту і розвитку рослин з формуванням відповідної морфометрії рослин на стадії розетки без суттєвого переростання [17, 248–250]. З іншого боку важливим є також період від цвітіння до формування стручка, що пов'язано із розтягнутістю в часі даного міжфазного періоду, формування різностадійності цвітіння та запліднення в межах осей суцвіття [251]. Ці особливості зумовлюють коректування фенологічної фази бутонізація – цвітіння з оптимально допустимою редукцією тривалості та формування передумов для відсутності різноякісності сформованих плодоеlementів та насіння за морфологією та вагою [252, 253].

Встановлено вплив досліджуваних факторів на динаміку феностадійного розвитку гібридів ріпаку озимого. Означений вплив залежав як від конкретного міжфазного періоду у загальній фенологічній періодизації вегетації, так і від особливостей співвідношення осіннього та весняного періодів вегетації. Ці відмінності стосувались також групи стиглості гібридів ріпаку озимого, використаних у дослідженнях. Так, у випадку середньораннього гібрида Домінатор (табл. 3.1) у розрізі досліджуваних варіантів тривалість вегетації без періоду перезимівлі коливалась у межах від 167 до 175 діб.

Таблиця 3.1

**Вплив застосованих варіантів удобрення та рістрегуляції на фенологічний розвиток гібриду ріпаку озимого Домінатор (середнє за 2022–2025 рр.)\*, діб**

| Основний блок<br>удобрення<br>(B)                                                               | Регулятор росту<br>(C) | Позакореневе<br>підживлення<br>(D) | Сходи-<br>формування<br>розетки | Розетка<br>(відновлення<br>вегетації) –<br>стеблування | Стеблування–<br>бутонізація | Бутонізація–<br>цвітіння | Цвітіння–<br>дозрівання | Тривалість<br>вегетації (без<br>зимового періоду) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|
| Базовий (B <sub>1</sub> )                                                                       | C <sub>1</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 60                              | 24                                                     | 17                          | 26                       | 40                      | 167                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>2</sub>                     | 60                              | 25                                                     | 18                          | 26                       | 40                      | 169                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>3</sub>                     | 60                              | 24                                                     | 17                          | 27                       | 41                      | 169                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>4</sub>                     | 60                              | 25                                                     | 18                          | 27                       | 42                      | 172                                               |
|                                                                                                 | C <sub>2</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 65                              | 22                                                     | 16                          | 22                       | 37                      | 162                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>2</sub>                     | 65                              | 23                                                     | 17                          | 24                       | 38                      | 167                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>3</sub>                     | 66                              | 23                                                     | 16                          | 25                       | 39                      | 169                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>4</sub>                     | 66                              | 23                                                     | 17                          | 25                       | 39                      | 170                                               |
| Поліпшений (B <sub>2</sub> )                                                                    | C <sub>1</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 61                              | 24                                                     | 19                          | 26                       | 40                      | 170                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>2</sub>                     | 61                              | 26                                                     | 18                          | 27                       | 40                      | 172                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>3</sub>                     | 62                              | 25                                                     | 19                          | 27                       | 42                      | 175                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>4</sub>                     | 62                              | 26                                                     | 18                          | 28                       | 42                      | 176                                               |
|                                                                                                 | C <sub>2</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 68                              | 22                                                     | 17                          | 23                       | 38                      | 168                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>2</sub>                     | 69                              | 23                                                     | 18                          | 25                       | 38                      | 173                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>3</sub>                     | 69                              | 22                                                     | 17                          | 25                       | 40                      | 173                                               |
|                                                                                                 |                        | D <sub>4</sub>                     | 68                              | 23                                                     | 18                          | 26                       | 40                      | 175                                               |
| НІР <sub>05</sub> , діб для факторів досліду та їх взаємодії (на підставі додатків Г. 1 – Г. 6) |                        |                                    |                                 |                                                        |                             |                          |                         |                                                   |
| A                                                                                               |                        | 0,35                               | 0,26                            | 0,10                                                   | 0,21                        | 0,25                     | 0,23                    |                                                   |
| B                                                                                               |                        | 0,29                               | 0,21                            | 0,08                                                   | 0,17                        | 0,20                     | 0,18                    |                                                   |
| C                                                                                               |                        | 0,29                               | 0,21                            | 0,08                                                   | 0,17                        | 0,20                     | 0,18                    |                                                   |
| D                                                                                               |                        | 0,41                               | 0,30                            | 0,11                                                   | 0,24                        | 0,28                     | 0,26                    |                                                   |
| AB                                                                                              |                        | 0,50                               | 0,37                            | 0,14                                                   | 0,29                        | 0,35                     | 0,32                    |                                                   |
| AC                                                                                              |                        | 0,50                               | 0,37                            | 0,14                                                   | 0,29                        | 0,35                     | 0,32                    |                                                   |
| AD                                                                                              |                        | 0,70                               | 0,52                            | 0,20                                                   | 0,41                        | 0,49                     | 0,45                    |                                                   |
| BC                                                                                              |                        | 0,41                               | 0,30                            | 0,11                                                   | 0,24                        | 0,28                     | 0,26                    |                                                   |
| BD                                                                                              |                        | 0,57                               | 0,42                            | 0,16                                                   | 0,34                        | 0,40                     | 0,37                    |                                                   |
| CD                                                                                              |                        | 0,57                               | 0,42                            | 0,16                                                   | 0,34                        | 0,40                     | 0,37                    |                                                   |
| ABC                                                                                             |                        | 0,70                               | 0,52                            | 0,20                                                   | 0,41                        | 0,49                     | 0,45                    |                                                   |
| ABD                                                                                             |                        | 0,99                               | 0,73                            | 0,28                                                   | 0,59                        | 0,70                     | 0,64                    |                                                   |
| ACD                                                                                             |                        | 0,99                               | 0,73                            | 0,28                                                   | 0,59                        | 0,70                     | 0,64                    |                                                   |
| BCD                                                                                             |                        | 0,81                               | 0,60                            | 0,23                                                   | 0,48                        | 0,57                     | 0,52                    |                                                   |
| ABCD                                                                                            |                        | 1,41                               | 1,04                            | 0,39                                                   | 0,83                        | 0,98                     | 0,91                    |                                                   |

\*Повна розшифровка варіантів досліду представлена в табл. 2.3. Фактор A – гідротермічні умови періоду досліджень. Феностадії за шкалою BBCH (дод. В).

З огляду на те, що для середньоранньої групи стиглості гібридів озимого ріпаку показник у зоні Правобережного Лісостепу коливається в межах від 165 до 190 діб залежно від гідротермічних умов року та застосованих елементів технології вирощування [252] – результати фенології гібрида Домінатор відповідали середній градації реалізації для заявленої групи стиглості. Застосування поліпшеного варіанту основного блоку удобрення за використання сірковмісної діаміфоски та росаферту при посіві, сприяло подовженню тривалості осіннього періоду вегетації рослин ріпаку озимого у середньому по варіантах застосування ріст регуляторів та системи позакоренових підживлень на 3 доби.

За рахунок ранньовесняного застосування комбінації КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)) замість карбаміду (167 кг/га), було сформовано позитивні передумови до продуктивного пролонгування ростових процесів за подовження тривалості міжфазного періоду від початку відновлення вегетації до дозрівання ще на 2 доби. У підсумку, усереднено по факторах С–D досліджу, це забезпечило загальне подовження тривалості вегетації гібриду на 5 діб. Такі результати позитивно узгоджуються з висновками щодо сповільнення фенофазової диференціації рослин у випадку зростання норми азотного живлення відповідних форм діючої речовини [253] та зростання ймовірності вказаного процесу в випадку застосунку мікроелементів [248].

Результати отримані в нашому випадку можна пояснити як з позиції застосування КАС, як добрива, що поєднує одночасно три форми діючої речовини азоту, так і з позиції додаткового застосування Тіосульфату амонію (22 л/га). Така комбінація на різних сільськогосподарських культурах забезпечувала істотне покращення пролонгації живлення азотом і сіркою одночасно за суттєвого зменшення непродуктивних втрат азоту (зокрема втрат аміаку та внутрішньо профільного промивання азоту у формі нітратів) [141, 254]. Крім того, тіосульфат амонію до КАС забезпечує гарантоване зниження температури кристалізації даної суміші [255, 256], що на фоні ранньовесняного застосування по мерзлоталому ґрунті у нашому випадку – гарантує ефективність препаративного внесення.

Оптимальність саме азотного живлення забезпечувала приріст тривалості вегетації в досяжному інтервалі 5–9 діб, а міжфазного періоду сходи–розетка – від 2 до 5 діб. На підставі даних результатів поєднання сірковмісної форми діамофоски з росафертом було більш ефективним з позиції пролонгації на тривалість розвитку рослин ріпаку озимого до стадії розетки, що у підсумку сприяло кращій перезимівлі та, відповідно, виживаності рослин ріпаку озимого.

Слід зауважити, що подовжена дія тривалості фенологічного розвитку на осінньому періоді вегетації ріпаку озимого була підсилена застосуванням рістрегуляторів з фунгіцидною дією Карамба Турбо та Букат. За рахунок застосування комбінації даних препаратів, у зіставленні базового та поліпшеного блоку основного удобрення, загальна тривалість періоду всходи–розетка (усереднено по факторах  $C_1$  та  $C_2$ ) була на 7 діб довшою. Проте, повторне застосування вказаних рістрегулятивних препаратів на феностадії стеблуння та ініціації бутонізації в підсумку сформували істотно менш тривалі міжфазні періоди розетка–стеблуння на 2 доби, стеблуння–бутонізація на 1 добу, бутонізація–цвітіння на майже 3 доби, цвітіння–дозрівання на дещо більше ніж дві доби. За рахунок таких процесів відбулося вирівнювання загальної тривалості періоду вегетації гібрида ріпаку озимого Домінатор за менш тривалого у значенні 2 діб даного показника на варіанті, де було застосовано двофазовий варіант застосування комбінації рістрегулюючих речовин Карамба Турбо та Букат. Таким чином, застосування вказаної комбінації у дві фенологічні фази ВВСН 14–16 та ВВСН 35–39 формує позитивні ефекти з одного боку до подовження періоду до повного формування розетки в осінній період та динамічного акумулятивного характеру до скорочення міжфазних періодів вегетації у весняно-літній період, це забезпечило позитивні передумови як для успішної перезимівлі рослин за рахунок запобігання переростанню рослин та формування позитивної динаміки накопичення цукрів та нормалізації оводненості рослин, так і створенню позитивних процесів вирівняного цвітіння та дружності дозрівання плодоеlementів у межах осей суцвіття різного порядку.

Відмічений характер впливу можна пояснити з позиції особливостей регулювання морфогенезу рослин ріпаку озимого за ріст регуляції у періоди до зимівлі. В осінній період застосування Карамба Турбо в комбінації з Букатом за оцінками [254] сприяє інтенсивному розвитку кореневої системи за потовщення кореневої шийки на фоні зниження висоти розміщення точки росту над поверхнею ґрунту та активізації морфологічного розвитку з огляду на листкоутворення. У підсумку це сприяє подовженню стадійного розвитку в стані розетки та, відповідно, загальне подовження тривалості періоду від сходів до фази розетки без ризику переростання з ознаками ініціації початку стеблоутворення. За весняного строку застосування даних рістрегулюючих препаратів характер впливу на фенологічний розвиток скороченням його міжфазних періодів пояснюється особливостями їх дії. Зокрема, формування більш компактного морфотипу рослин, за зменшення бічного непродуктивного галушення стебла та нижчого рівня варіювання стадійності формування генеративної частини. Це забезпечує вкорочення тривалість міжфазного періоду як бутонізація–цвітіння, що й підтверджено нашими дослідженнями.

Встановлено також вплив мікродобрив як на тривалість окремих міжфазних періодів, так і на загальну тривалість вегетації. При цьому визначена істотна відмінність між самими варіантами застосування мікродобрив залежно від варіантів одинарного чи комбінованого використання та фази їх внесення за вирощування гібриду Домінатор. Так, застосування мікродобрива Розалік (В) у поєднанні з ад'ювантом Спрей-Ейд у період ініціації активного росту стебла (ВВСН 31–34) (варіант D<sub>2</sub>) за оптимізації ростових процесів сприяло послідовному зростанню тривалості міжфазних періодів вегетації з результируючим підсумком приросту до 4 діб до загальної тривалості вегетації усереднено по варіантах основного та рістрегулюючого блоку схеми дослідів в співставленні до контрольного варіанту (D<sub>1</sub>). Застосування мікродобрива Розасоль 18-18-18+МЕ у комбінації з ад'ювантом Спрей-Ейд на період активної фази бутонізації (ВВСН 51–53) забезпечило більш істотний вплив на фенологічний розвиток ріпаку озимого гібриду Домінатор з відміченими



подовдненням тривалості вегетації у середньому на 5 діб. За комбінованого застосування двох мікродобрив Розалік (В) та Розасоль відмічено комплементарну дію на фенологію рослин із відміченим результуючим приростом тривалості вегетації до 7 діб за співставлення варіантів D<sub>4</sub> та D<sub>1</sub>.

Така встановлена відмінність між технологічними варіантами застосування мікродобрив (що позитивно узгоджується з висновками [257, 258]) відмічена на певному технологічному віддаленні від фенофази їх позакореневого використання по вегетації культури з приростом наростаючого акумулятивного характеру послідовно від фази бутонізації до стадії дозрівання насіння. Враховуючи той факт, що застосування мікродобрив за вирощування ріпаку озимого у більш ранні фази поєднувалось із внесенням рісторегуляторів Букат та Карамба Турбо (ВВСН 35–39), що, як відмічено раніше, формувало передумови для скорочення тривалості феностадійного розвитку – застосування системи із двох позакорневих підживлень забезпечило домінування ефекту подовження, над ефектом вкорочення тривалості вегетації.

Зіставлення отриманих приростів позитивно співвідноситься з висновками в ряді досліджень [259], щодо оптимізації живлення ріпаку озимого за рахунок коректуючого застосування саме мікроелементів, особливо при умові внесення їх у критичні стадії росту. Вказується [252, 260–262] на можливість акумулятивного ефекту при внесенні кількох мікродобрив у різні фенологічні фази росту і розвитку рослин – при внесенні в період активного формування вегетативних органів рослин спостерігалось подовження відповідного міжфазного періоду. Враховуючи, що у гібриду Домінатор для варіантів D<sub>2</sub> та D<sub>3</sub> застосування мікродобрив забезпечило поступове зростання тривалості міжфазних періодів починаючи від фенодати внесення з акумулятивним ефектом від 0,25 до 4,7 доби – застосування мікродобрив для обох строків одинарного внесення мало прирістний акумулятивний характер дії на тривалість феностадійного розвитку. Аналогічний характер було обліковано і у випадку варіанту комбінованого застосування мікродобрив (варіант D<sub>4</sub>) вже за відмічених 7 діб приросту.

Подібні особливості формування було визначено і у випадку середньостиглого гібрида Абсолют (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Вплив застосованих варіантів удобрення та рістрегуляції на фенологічний розвиток гібриду ріпаку озимого Абсолют (середнє за 2022–2025 рр.)\*, діб**

| Основний блок<br>удобрення<br>(B)                                                                | Регулятор росту<br>(C) | Позакореневе<br>підживлення<br>(D) | Сходи-<br>формування<br>розетки | Розетка<br>(відновлення<br>вегетації) –<br>стеблування | Стеблування–<br>бутонізація | Бутонізація–<br>цвітіння | Цвітіння–<br>дозрівання | Тривалість<br>вегетації (без<br>зимового<br>періоду) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------|
| Базовий (B <sub>1</sub> )                                                                        | C <sub>1</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 62                              | 26                                                     | 19                          | 26                       | 43                      | 176                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>2</sub>                     | 62                              | 27                                                     | 19                          | 27                       | 44                      | 179                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>3</sub>                     | 63                              | 26                                                     | 20                          | 27                       | 45                      | 181                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>4</sub>                     | 63                              | 27                                                     | 20                          | 27                       | 45                      | 182                                                  |
|                                                                                                  | C <sub>2</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 67                              | 24                                                     | 18                          | 23                       | 42                      | 174                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>2</sub>                     | 67                              | 25                                                     | 19                          | 24                       | 42                      | 177                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>3</sub>                     | 68                              | 24                                                     | 19                          | 23                       | 43                      | 177                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>4</sub>                     | 67                              | 25                                                     | 19                          | 24                       | 44                      | 179                                                  |
| Поліпшений (B <sub>2</sub> )                                                                     | C <sub>1</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 63                              | 27                                                     | 20                          | 27                       | 44                      | 181                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>2</sub>                     | 63                              | 28                                                     | 21                          | 27                       | 45                      | 184                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>3</sub>                     | 64                              | 27                                                     | 20                          | 28                       | 45                      | 184                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>4</sub>                     | 63                              | 28                                                     | 21                          | 28                       | 46                      | 186                                                  |
|                                                                                                  | C <sub>2</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 69                              | 24                                                     | 19                          | 24                       | 42                      | 178                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>2</sub>                     | 71                              | 24                                                     | 20                          | 24                       | 43                      | 182                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>3</sub>                     | 69                              | 25                                                     | 20                          | 25                       | 42                      | 181                                                  |
|                                                                                                  |                        | D <sub>4</sub>                     | 70                              | 25                                                     | 20                          | 25                       | 43                      | 183                                                  |
| НІР <sub>05</sub> , діб для факторів досліду та їх взаємодії (на підставі додатків Г. 7 – Г. 12) |                        |                                    |                                 |                                                        |                             |                          |                         |                                                      |
| A                                                                                                |                        |                                    | 0,39                            | 0,16                                                   | 0,14                        | 0,19                     | 0,17                    | 0,20                                                 |
| B                                                                                                |                        |                                    | 0,31                            | 0,13                                                   | 0,12                        | 0,15                     | 0,14                    | 0,16                                                 |
| C                                                                                                |                        |                                    | 0,31                            | 0,13                                                   | 0,12                        | 0,15                     | 0,14                    | 0,16                                                 |
| D                                                                                                |                        |                                    | 0,45                            | 0,18                                                   | 0,16                        | 0,22                     | 0,20                    | 0,23                                                 |
| AB                                                                                               |                        |                                    | 0,55                            | 0,23                                                   | 0,20                        | 0,26                     | 0,24                    | 0,28                                                 |
| AC                                                                                               |                        |                                    | 0,55                            | 0,23                                                   | 0,20                        | 0,26                     | 0,24                    | 0,28                                                 |
| AD                                                                                               |                        |                                    | 0,77                            | 0,32                                                   | 0,28                        | 0,37                     | 0,34                    | 0,39                                                 |
| BC                                                                                               |                        |                                    | 0,45                            | 0,18                                                   | 0,16                        | 0,22                     | 0,20                    | 0,23                                                 |
| BD                                                                                               |                        |                                    | 0,63                            | 0,26                                                   | 0,23                        | 0,30                     | 0,28                    | 0,32                                                 |
| CD                                                                                               |                        |                                    | 0,63                            | 0,26                                                   | 0,23                        | 0,30                     | 0,28                    | 0,32                                                 |
| ABC                                                                                              |                        |                                    | 0,77                            | 0,32                                                   | 0,28                        | 0,37                     | 0,34                    | 0,39                                                 |
| ABD                                                                                              |                        |                                    | 1,09                            | 0,45                                                   | 0,40                        | 0,53                     | 0,49                    | 0,56                                                 |
| ACD                                                                                              |                        |                                    | 1,09                            | 0,45                                                   | 0,40                        | 0,53                     | 0,49                    | 0,56                                                 |
| BCD                                                                                              |                        |                                    | 0,89                            | 0,37                                                   | 0,33                        | 0,43                     | 0,40                    | 0,45                                                 |
| ABCD                                                                                             |                        |                                    | 1,54                            | 0,64                                                   | 0,56                        | 0,75                     | 0,69                    | 0,79                                                 |

\*Повна розшифровка варіантів досліду представлена в табл. 2.3. Фактор A – гідротермічні умови періоду досліджень. Феностадії за шкалою BBCH (дод. В).

Зокрема, підтверджена типовість загальної тривалості вегетації без періоду перезимівлі характерна для середньостиглої групи стиглості у інтервалі від 176 до 183 діб. Проте, для гібриду Абсолют відмічено диференційний рівень більш чутливої реакції на оптимізацію системи живлення, ніж для середньораннього Домінатор. Так, у зіставленні базового та поліпшеного варіанту основного блоку удобрення відмічено у середньому більш тривалий на 2 доби подовжуючий ефект впливу від вже згадуваної оптимізації живлення. Встановлено також, що дія рістрегулюючих препаратів при аналогічному зіставленні мала у середньому на 8,6% більший редукуючий ефект весняно-літнього періоду вегетації та, навпаки, на 2,7% менше зростання для міжфазного періоду сходи – повністю сформована розетка перед входом рослин ріпаку озимого у зиму. Визначена фенокоректуюча дія мікродобрив також мала менш виражений вплив – у зіставленні варіантів D<sub>1</sub> та D<sub>4</sub> загальний приріст тривалості вегетації у гібриду Абсолют був у середньо багаторічному виразі на 2 доби меншим, ніж у гібриду Домінатор.

Встановлені відмінності позитивно співвідносяться з висновками щодо відмінностей у фенотипічній реакції ріпаку озимого різних груп стиглості на оптимізацію удобрення [253–255]. Вказується, що для пізньостиглих форм ріпаку озимого характерним є вища ємнісна складова, яка необхідна для істотності результируючих змін, які будуть реалізовані у феностадійному розвитку рослин [254]. Для середньостиглих та пізньостиглих форм ріпаку озимого властивим є вищий рівень залежності від гідротермічних режимів вегетаційного розвитку, зокрема теплового режиму, що створює передумови для більш складних механізмів взаємодії [178].

Зроблені вище висновки підтверджено результатами кластерного аналізу (рис. 3.1), яким визначено результативну домінуючу дію рістрегулюючих препаратів у комбінації з удобренням для обох гібридів ріпаку озимого, та відмінностей за фенологічним розвитком між варіантами базового та поліпшеного варіантів основного блоку удобрення. Це узгоджується із показниками максимальних відстаней об'єднання у межах факторів B<sub>1</sub> та B<sub>2</sub>.

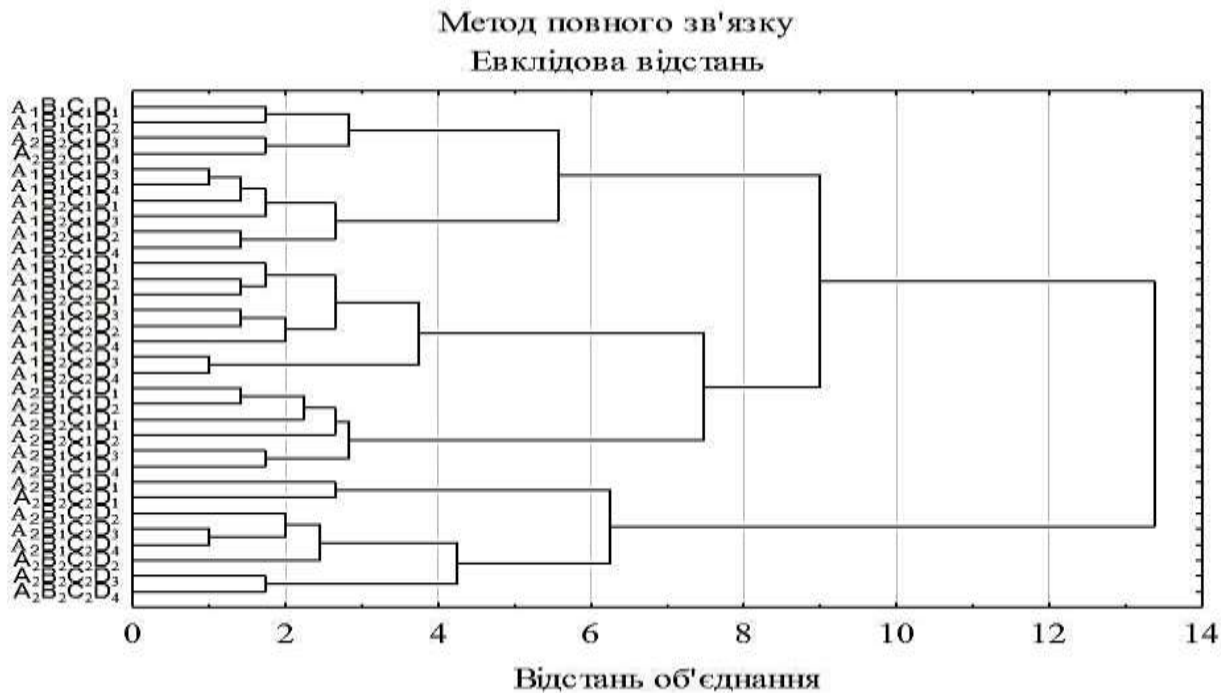


Рисунок 3.1 – Кластерний аналіз феностадійного розвитку гібридів ріпаку озимого залежно від варіантів дослідів, 2022–2025 рр.

*Примітка: розшифровка кодів варіантів див. у табл. 2.3*

При цьому, найбільш подібні процеси формування феностадійного розвитку в обох гібридів ріпаку озимого було відмічено у взаємодії варіантів  $B_2$ ,  $C_2$  та  $D_2$  знову ж таки з огляду на параметри відстані об'єднання.

Застосований факторний аналіз у схемі застосованого багатфакторного дисперсійного аналізу (рис. 3.2–3.3) дозволив виокремити частку чинників системи дослідів та їх важливість у величині формування як окремих міжфазних періодів, так і тривалості вегетації (без врахування періоду перезимівлі) в цілому за масиву даних окремо по гібриду Абсолют та Домінатор.

За результатами такої оцінки (на підставі додатків Д. 1– Д. 11) для чинника застосування рістрегулюючих препаратів (фактор С) максимальний вплив встановлено на тривалість міжфазного періоду сходи–розетка на рівні 52–53% частки у структурі факторів дослідів. Наступний пік для даного чинника визначено щодо впливу на тривалість міжфазного періоду бутонізація–цвітіння в гібриду Абсолют (22,88%) та на тривалість міжфазного періоду цвітіння–дозрівання (22,67%) в гібриду Домінатор.

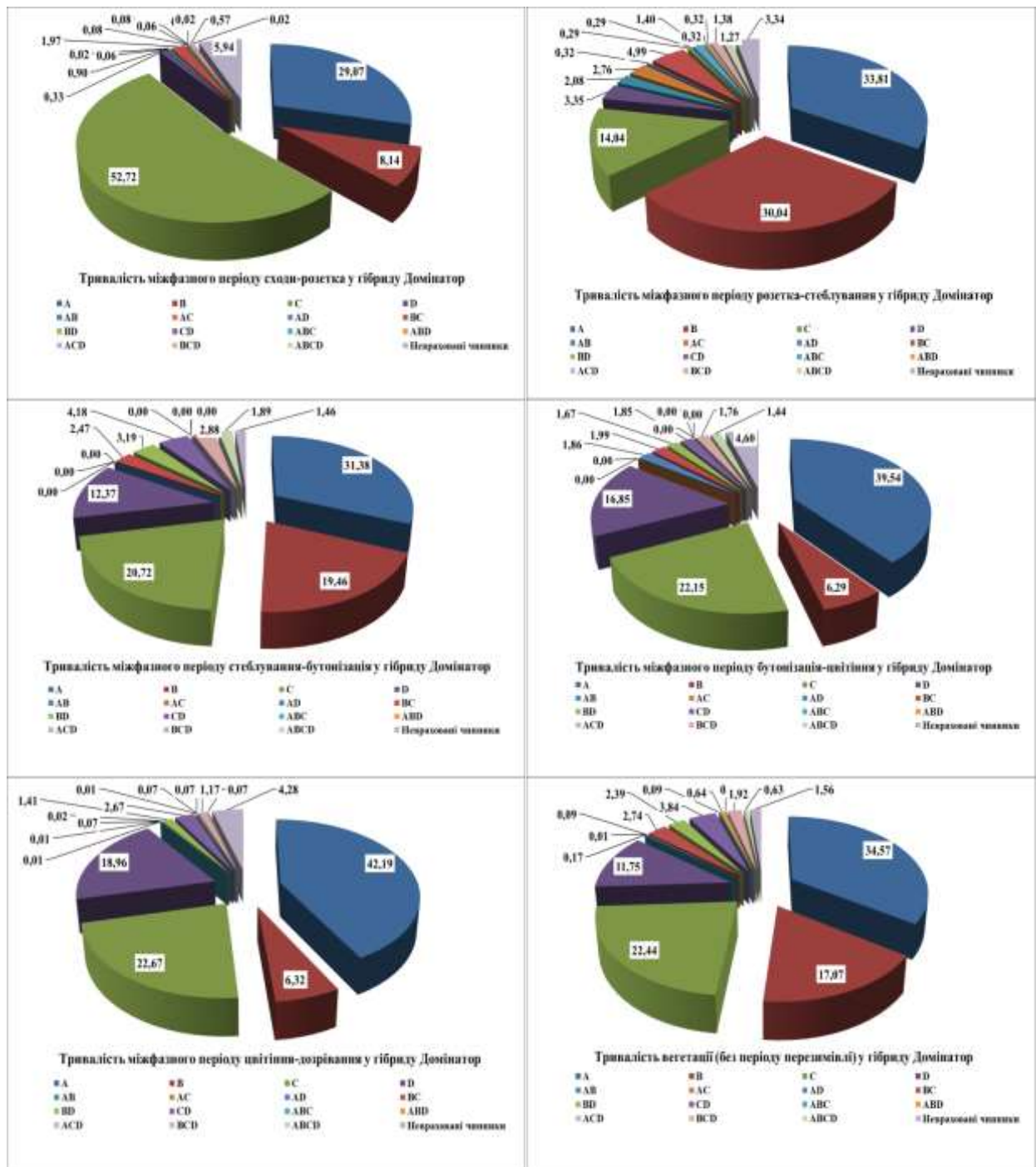


**Рисунок 3.2 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатофакторній схемі дослідження за показником тривалості міжфазних періодів вегетації та її загальної тривалості (без періоду перезимівлі) у гібриді ріпаку озимого Домінатор (у масиві даних за період 2022–2025 рр, на підставі даних Додатків Г.1–Г.12).**

*Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – основний блок удобрення, C – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

У підсумку визначено роль застосування рістрегулюючих речовин (Букат та Карамба Турбо) у досліджуваній схемі вирощування гібридів ріпаку озимого з позиції формування тривалості вегетації без врахування періоду перезимівлі, була у середньому по гібридах на рівні 20,61%. Такий характер впливу цілком узгоджується з фенологічною періодизацією застосування вказаних препаратів та висновками зробленими вище щодо механізму їх впливу на феностадійний розвиток рослин ріпаку озимого – в першу чергу з максимальним ефектом на стадії до формування розетки [256].

Для фактора В (варіант основного блоку удобрення) для обох гібридів максимальний вплив встановлено на міжфазний період розетка–стеблування після відновлення вегетації в середньому для гібридів на рівні 31,62% (рис. 3.2–3.3) з поступовим сталим та динамічним затуханням впливу до рівня 5,71% на період цвітіння–дозрівання. При цьому загальна частка чинника В у формуванні тривалості вегетації становила 16,52%. Тобто максимальний ефект впливу спостерігався від застосування відповідних варіантів основного блоку удобрення після відновлення вегетації на весні до фенофази бутонізації.

За чинником застосування позакоренових підживлень (фактор D) максимальний вплив встановлено на міжфазний період від бутонізації до періоду дозрівання в інтервалі усередненому для гібридів 15,45–19,48%. У більш пізні фази ефект впливу, як і для чинника В був затухаючим. Такий характер формування також підтверджується тривалими оцінками впливу мікродобрив на процеси росту і розвитку рослин на певних рубіжних феностадіях їх застосування [159]. У підсумку середня по гібридах частка впливу застосування позакоренових підживлень з позиції впливу на загальну тривалість вегетації становила 16,52%.

Істотну частку в структурі факторного аналізу займали гідротермічні умови за період феностадійного розвитку гібридів ріпаку озимого (чинник А умови року) як у варіанті однокомпонентного впливу, так і у варіантах комбінованої взаємодії з факторами, В, С та D – 46.76% впливу у гібриду Абсолют та 41,87% у гібриду Домінатор.

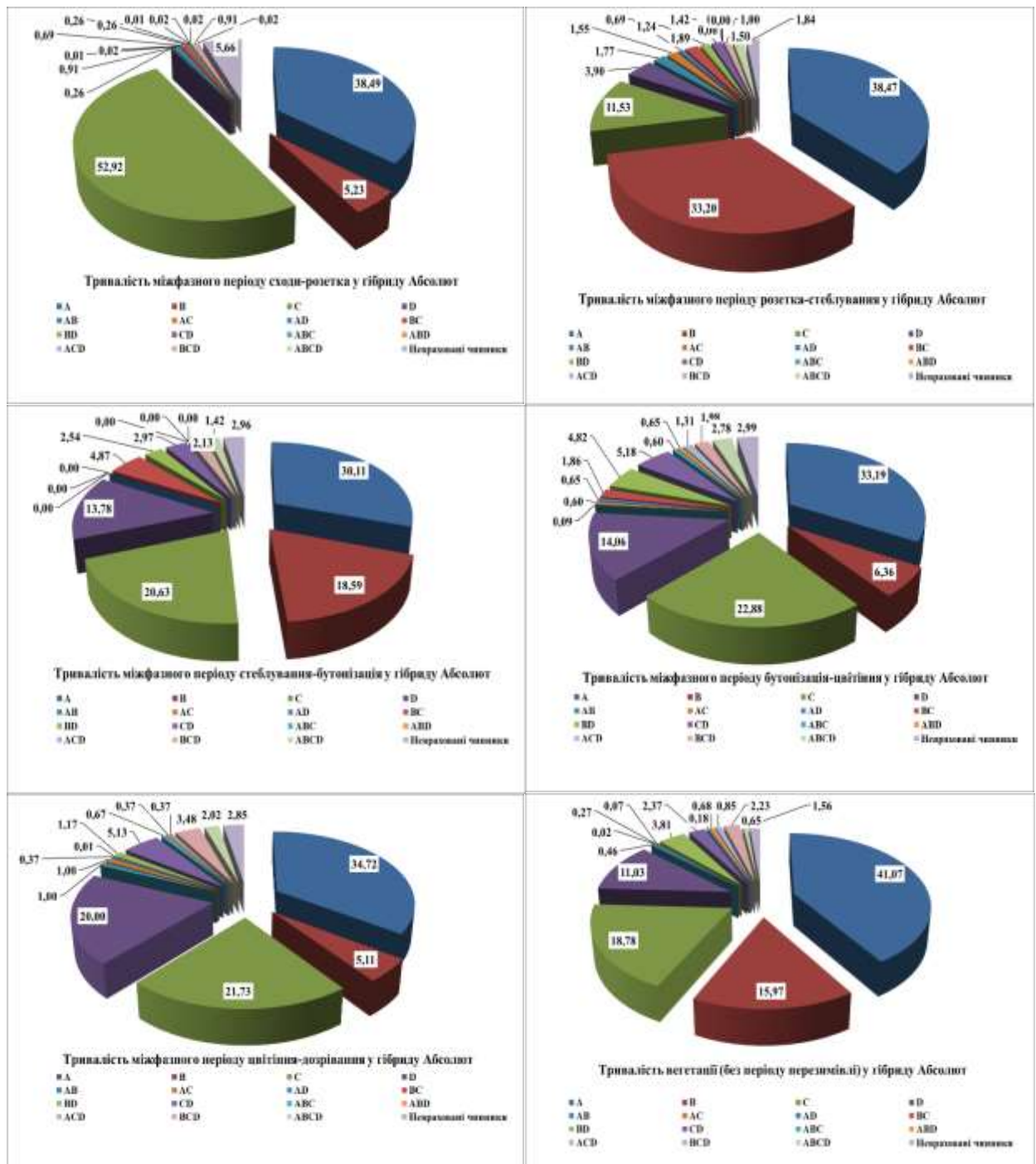


**Рисунок 3.3 – Результати аналізу частки впливу факторів у багаточинній схемі дослідження за показником тривалості міжфазних періодів вегетації та її загальної тривалості (без періоду перезимівлі) у гібриді ріпаку озимого Абсолют, (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків Г.1–Г.12).**

*Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – основний блок удобрення, C – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.*



Враховуючи встановлену високу частку впливу гідротермічних умов у формуванні результативного показника тривалості вегетації гібридів ріпаку озимого, було проведено кореляційно-регресійний аналіз залежності тривалості як міжфазних періодів вегетації, так і вегетаційного періоду в цілому від основних погодних параметрів впродовж проведення досліджень (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Характер зв'язку тривалості основних міжфазних періодів вегетації гібридів ріпаку озимого від базових параметрів погодних умов, 2022 – 2025 рр. ( у єдиному масиві для обох гібридів при  $N = 96$ )**

| Коефіцієнти кореляції<br>Спірмена | За відповідний міжфазний період               |                 |                               |         |         |         |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------|---------|---------|
|                                   | середньодобова температура, °C                | сума опадів, мм | відносна вологість повітря, % | ГТК     | $K_3$   | $I_n$   |
|                                   | Сходи – розетка (до початку входження в зиму) |                 |                               |         |         |         |
|                                   | -0,608**                                      | 0,689**         | 0,439*                        | 0,672** | 0,733** | 0,683** |
|                                   | Розетка (відновлення вегетації) – цвітіння    |                 |                               |         |         |         |
|                                   | -0,619**                                      | 0,714**         | 0,517**                       | 0,705** | 0,742** | 0,691** |
|                                   | Цвітіння – дозрівання                         |                 |                               |         |         |         |
|                                   | -0,531*                                       | 0,692**         | 0,488**                       | 0,685** | 0,711** | 0,657** |

Примітки: 1. Істотність за  $t$ -тестом для \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; ГТК – гідротермічний коефіцієнт;  $K_3$  – коефіцієнт зволоження;  $I_n$  – індекс посушливості.

Результати такого аналізу засвідчили істотну залежність складових міжфазних періодів вегетації у єдиному масиві даних для досліджувальних гібридів від величини та динаміки їх формування. Результатами кореляційного аналізу встановлено, що скорочення загальної тривалості як окремих міжфазних періодів, так і вегетації гібридів ріпаку озимого в цілому з високою статистичною ймовірністю буде прогнозовано досяжним за зниження кількості опадів на фоні інтенсивного наростання середньодобових температур. При

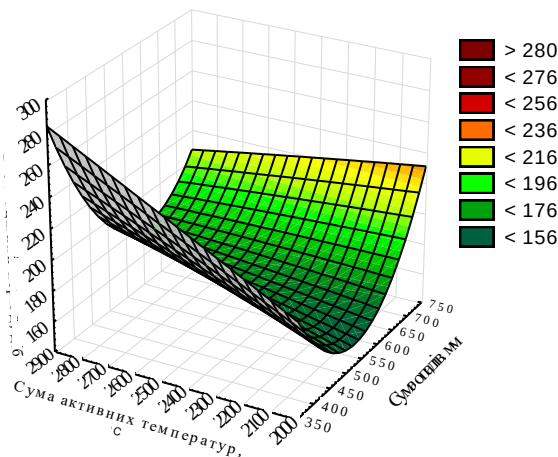
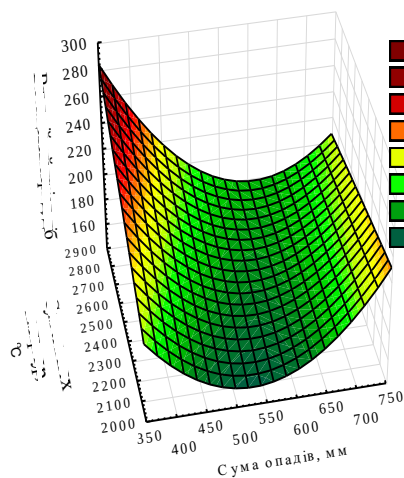


цьому встановлена подібна динаміка для всіх досліджуваних міжфазних періодів. Усереднений рівень детермінації тривалості міжфазних періодів вегетації гібридів ріпаку озимого в масиві даних за вивчаємий період становить 34,34% (обернена динаміка формування) за показником середньодобової температури, 48,77% (пряма динаміка формування) за показником суми опадів, 23,17% (пряма динаміка формування) за показником відносної вологості повітря, 47,24% (пряма динаміка формування) за показником ГТК, 53,10% (пряма динаміка формування) за показником  $K_3$ , 45,83% (пряма динаміка формування) за показником  $I_p$ .

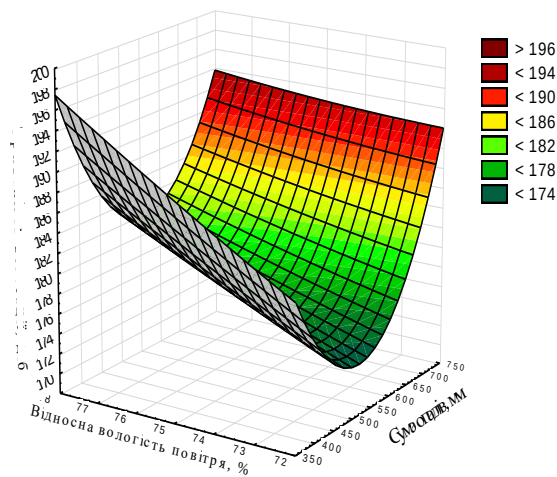
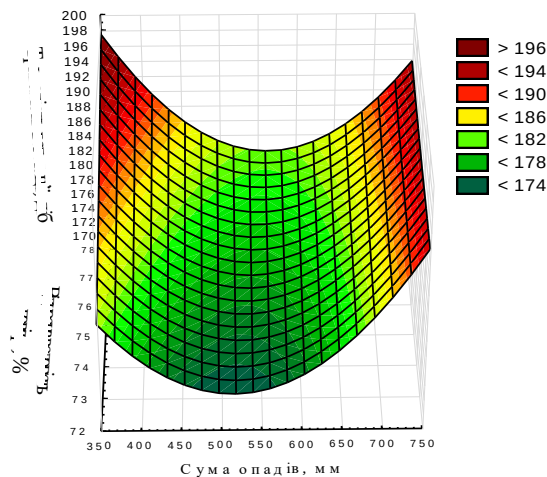
Вказані вище особливості підтверджено також результатами множинного регресійного аналізу загальної тривалості вегетації ріпаку озимого в об'єднаному масиві даних досліджуваних гібридів у системі реакційної поверхні за такими показниками як сума опадів (мм), сума температур ( $^{\circ}\text{C}$ ) та відносна вологість повітря (%) (рис. 3.4). На підставі представлених даних оптимум гідротермічних умов, з урахування належності досліджуваних гібридів відповідно до середньоранньої та середньостиглої груп, належить мінімальній зоні реакційної поверхні (згідно з рисунком це темно-зелена область). Наявність площинних градацій цієї області та ухил самої поверхні до результативної осі  $Z$ , на підставі [242] – дозволив визначити оптимальні умови проходження феностадійного розвитку рослин гібридів ріпаку озимого на фоні застосованих дослідних варіантів: сума опадів в інтервалі від 450–600 мм за період від сходів до дозрівання насіння, сума активних температур 2200–2500  $^{\circ}\text{C}$  за відносної вологості 74–76%. Такі висновки узгоджуються із результатами комплексної оцінки реакції сучасних гібридів ріпаку озимого на змінні параметри погодних умов [222].

Слід також зауважити, що зниження модульного значення коефіцієнтів кореляції у зіставленні послідовних міжфазних періодів від сходів до дозрівання (табл. 3.3) у середньому на 11,7% вказують на зростання рівня адаптивності вивчаємих гібридів ріпаку озимого до зміни гідротермічних параметрів їх вегетації.

$$\text{Тривалість вегетації (без періоду перезимівлі) (дів)} = 175,1 - 1,02x + 0,206y + 0,0015x^2 - 0,0003xy - 2,2234E - 6y^2$$



$$\text{Тривалість вегетації (дів)} = 130,22 + 0,039x - 0,47y + 0,0003x^2 - 0,0055xy + 0,033y^2$$



$$\text{Тривалість вегетації (без періоду перезимівлі) (дів)} = 1403,4 + 0,05x - 35,9y + 8,7E - 5x^2 - 0,0063xy + 0,35y^2$$

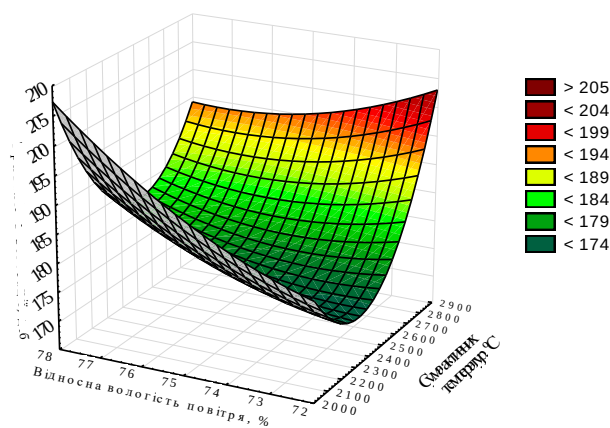
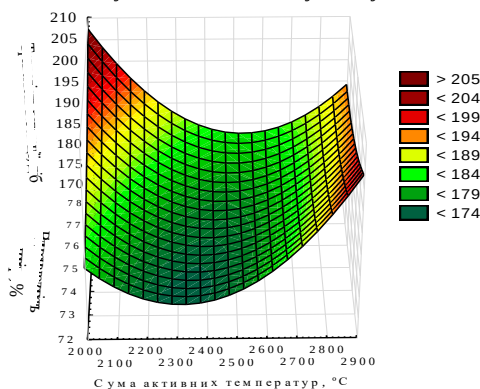


**Рисунок 3.4 – Реакційна поверхня загальної тривалості вегетації у гібридів ріпаку озимого без періоду перезимівлі (вісь Z) залежно від суми опадів (мм), суми активних температур (°C) та відносної вологості повітря (%) (у масиві даних по двох гібридах за 2022–2025 рр.)**

Вказані узагальнення було додатково підтверджено результатами множинного регресійного аналізу (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Результати регресійного аналізу залежності основних міжфазних періодів росту і розвитку гібридів ріпаку озимого залежно від основних гідротермічних параметрів періоду їх активної вегетації (загальний масив даних у межах факторної системи дослідів для  $N=96$ ), 2022–2025**

| Загальна тривалість відповідного міжфазного періоду (Y), діб | Загальні рівняння регресії та параметри його статистичної оцінки                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сходи – розетка (до початку входження в зиму)                | $Y = 83,569 - 2,963 X_1 + 0,077 X_2$ ( $R_{\text{мн}} = 0,791$ , $R^2_{\text{adj}} = 0,683$ , $RMSE = 81,505$ , $RRMSE = 8,133$ ; $PE = 0,701$ ; $p < 0,05$ )<br>$Y = 82,77 - 3,07 X_1 + 0,093 X_2 - 6,199 X_3$ ( $R_{\text{мн}} = 0,696$ , $R^2_{\text{adj}} = 0,604$ , $RMSE = 93,251$ ; $RRMSE = 9,752$ ; $PE = 0,622$ ; $p < 0,05$ )  |
| Розетка (відновлення вегетації) – цвітіння                   | $Y = 97,53 - 3,073 X_1 + 0,271 X_2$ ( $R_{\text{мн}} = 0,692$ , $R^2_{\text{adj}} = 0,609$ , $RMSE = 72,352$ ; $RRMSE = 7,121$ ; $PE = 0,612$ ; $p < 0,05$ )<br>$Y = 103,08 - 5,123 X_1 + 0,183 X_2 + 8,750 X_3$ ( $R_{\text{мн}} = 0,667$ , $R^2_{\text{adj}} = 0,618$ , $RMSE = 90,362$ ; $RRMSE = 9,105$ ; $PE = 0,605$ ; $p < 0,05$ ) |
| Цвітіння – дозрівання                                        | $Y = 62,321 - 1,19 X_1 + 0,088 X_2$ ( $R_{\text{мн}} = 0,677$ , $R^2_{\text{adj}} = 0,612$ , $RMSE = 86,158$ ; $RRMSE = 9,102$ ; $PE = 0,602$ ; $p < 0,05$ )<br>$Y = 67,24 - 2,03 X_1 + 0,118 X_2 + 1,021 X_3$ ( $R_{\text{мн}} = 0,638$ , $R^2_{\text{adj}} = 0,583$ , $RMSE = 89,321$ ; $RRMSE = 9,420$ ; $PE = 0,587$ ; $p < 0,05$ )   |

*Примітки:* кліматичні параметри в рівняннях (у значенні конкретно за період досліджуваного міжфазного інтервалу):  $X_1$  – середньодобова температура повітря, °C;  $X_2$  – сума опадів, мм;  $X_3$  – коефіцієнт зволоження ( $K_z$ ). Статистичні параметри оцінки істотності:  $R_{\text{мн}}$  – коефіцієнт множинної кореляції,  $R^2_{\text{adj}}$  – скоректований коефіцієнт детермінації,  $RMSE$  – середня квадратична похибка,  $RRMSE$  – відносна середня квадратична похибка,  $PE$  – індекс ефективності передбачуваності,  $p$  – статистичний рівень значущості параметрів рівняння.

Таким чином, у підсумку, для обох гібридів ріпаку озимого максимальна тривалість вегетації ріпаку озимого відмічена у варіанті максимального поєднання факторів інтенсифікації системи удобрення для обох вивчаємих гібридів ріпаку озимого за комбінації варіантів  $B_2C_2D_4$ : відповідно 175 діб у гібриду Домінатор та 183 доби у сорту Абсолют, що відповідно на 8 та 7 діб було тривалішим у співставленні до варіанту з мінімальною комбінацією факторів оптимізації ( $B_1C_1D_1$ ).

### **3.2. Оцінка морфологічного розвитку озимого ріпаку на стадії осіннього періоду вегетації та процесу перезимівлі рослин залежно від комплексного поєднання оптимізованих систем мінерального живлення та рістрегулюючих речовин**

Для більшості культур озимої групи важливим залишається врахування періоду перезимівлі з метою формування як передумов до входження рослин у зиму, так і забезпечення оптимальних процесів відновлення вегетації за високого рівня збереженості рослин [77–79]. Всупереч сучасним селекційним досягненням, спрямованим на генотипову реалізацію комбінованої резистентності сучасних гібридів ріпаку озимого до низьких температур та загальних депресивних умов тривалої перезимівлі проблема успішної перезимівлі ріпаку озимого для основних ріпакосіючих регіонів України є нагальною проблемою, яка в свою чергу потребує наукового узагальнення та вирішення [84]. Такі висновки позитивно співвідносяться з останніми статистичними даними, відповідно до яких втрати продуктивності сучасних високоінтенсивних гібридів ріпаку озимого за невдалих аспектів періоду перезимівлі можуть сягати рівня 25–30% [263–265]. Сучасна практика вирощування ріпаку озимого для нормалізації росту й розвитку рослин в осінній період та успішної їх перезимівлі пропонує: використання високоадаптивних гібридів, рістрегуляції, збалансованого мінерального живлення та формування ідеального морфотипу рослин (рис. 3.5), [78, 99, 266–267].

Спираючись на окреслені вище твердження, актуальним буде деталізація ефективності та механізму прямої та непрямої дії на ріст та фізіологічну стійкість рослин ріпаку озимого особливо за поєднання двох діючих речовин ріст регулятивних препаратів на ефективність конструювання агрофітоценозів гібридів ріпаку озимого різних груп стиглості у період їх входження у зиму.

З позиції сприятливості до сталого періоду перезимівлі (відповідно до окреслених узагальнень ряду дослідників [78, 99, 264]) умови перезимівлі 2022–2023 рр. (рис. 3.6) були найбільш сприятливими для збереженості рослин.

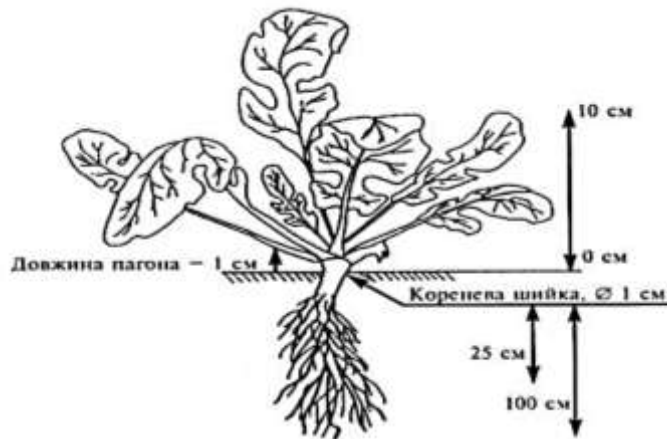


**Рисунок 3.5 – Оптимальний морфотип рослини озимого ріпаку перед входженням у зиму для успішної перезимівлі рослин (на підставі [322])**

Це підтверджується повільною динамікою зниження середньодобових температур на фоні сталого і відносно рівномірного розподілу опадів при максимальному середньодобовому рівні зниження температури повітря в режимному інтервалі  $-5 - -8 - -10$  °C на відмічений період кінця січня – початку лютого. При цьому додатковим позитивним чинником були повільні темпи наростання середньодобових температур, розпочинаючи із другої декади березня при ініціації початку ростових процесів відновлення вегетації. Це у підсумку забезпечило відсутність істотних провокацій щодо надраннього відновлення ростових процесів з ризиками холодового стресу рослин на початку даного періоду. Для умов 2023–2024 вегетаційного сезону ріпаку озимого у досліді відмічено інтенсивну амплітуду коливань середньодобових температур на 37,5% вищим у порівнянні з вегетаційним сезоном 2022–2023 рр. та на 19,5% вище для умов вегетаційного сезону 2024–2025 рр.

Необхідно зазначити, що для даного вегетаційного сезону було відмічено максимальну мінусову амплітуду зниження середньодобової температури повітря до  $-15^{\circ}\text{C}$ , що у поєднанні з умовами відсутності стійкого замерзання та наявності інтенсивного зволоження кореневмісного шару рослин ріпаку озимого за невисоких плюсових температур – сприяло формуванню загального інтенсивного провокаційного фону з ефектом ростового виснаження рослин. Це в підсумку сприяло зниженню виживаності рослин ріпаку озимого.

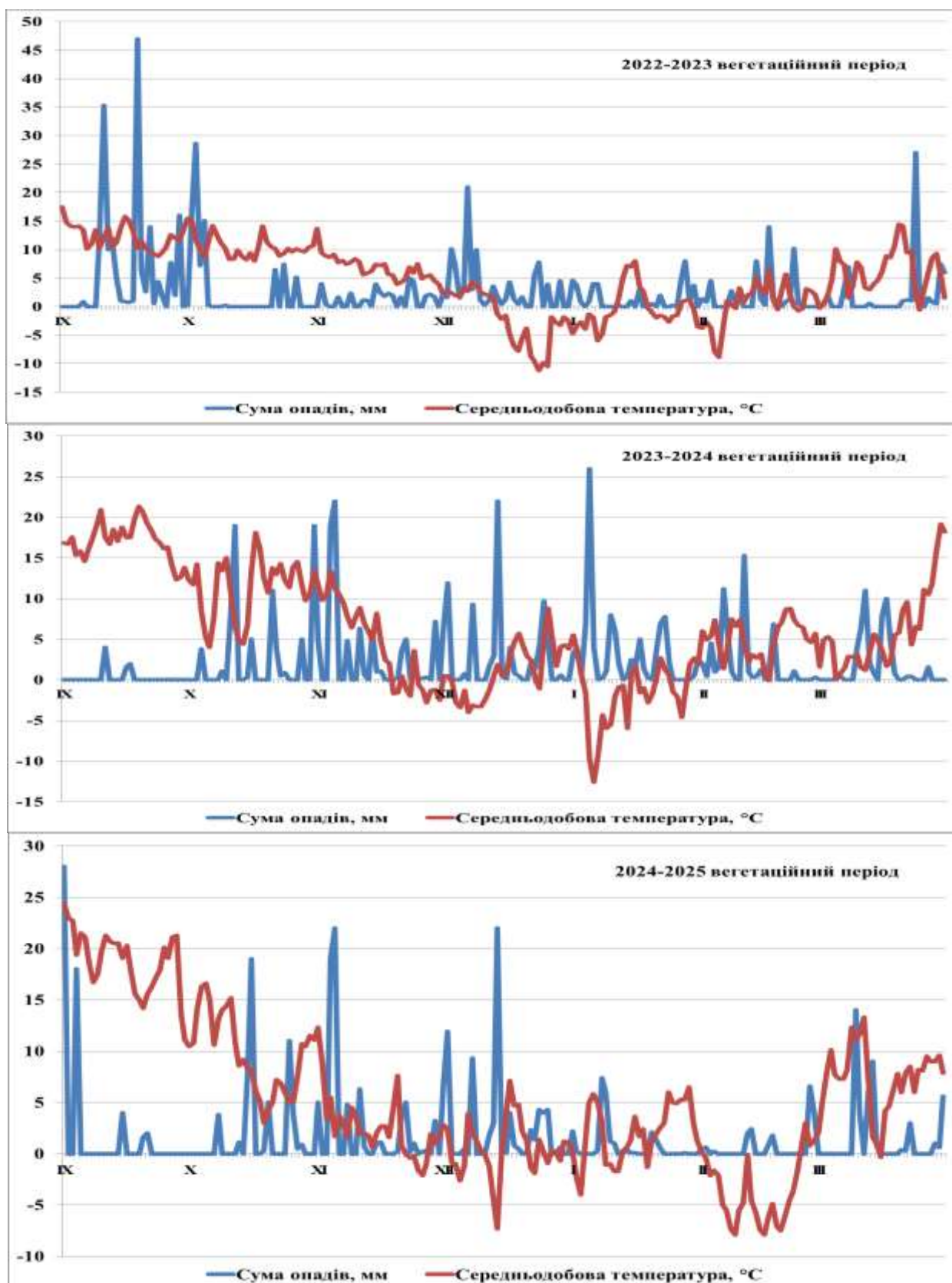


Рисунок 3.6 – Динаміка гідротермічних умов періоду від повних сходів до початку відновлення вегетації гібридів ріпаку озимого (вегетаційні сезони 2022–2025 рр., за даними датчиково-логерної метеостанції (WMO\_ID=33562) (49°14'60" пн. ш. 28°31'60" сх. д. на висоті 295 метрів над рівнем моря))

Умови 2024–2025 вегетаційного сезону за характером співвідношення динаміки опадів та середньодобової температури було віднесено до проміжного варіанту впливу на стан перезимівлі рослин.

Відразу ж слід зауважити, що досліджувані варіанти агротехнологічних рішень за вирощування гібридів ріпаку озимого у досліді мали відчутний вплив як на густоту стояння рослин після перезимівлі, так і на індивідуальний їх морфологічний розвиток (табл. 3.5, рис. 3.7–3.8).

Таблиця 3.5

**Зміна густоти стояння та основних складових морфометрії рослин гібридів ріпаку озимого залежно від варіантів застосованих у осінній період вегетації (середнє за період 2022–2025 рр.)**

| Гібрид    | Шифр варіанту*                | Показники морфологічного розвитку та просторового розміщення рослин |                             |                                          |                                   |                               | Густота стояння рослин на початок відновлення вегетації**, шт/м <sup>2</sup> | Перезимівля рослин, %     |
|-----------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|           |                               | густина стояння рослин на дату повних сходів, шт/м <sup>2</sup>     | діаметр кореневої шийки, см | висота точки росту над рівнем ґрунту, см | кількість листків на рослині, шт. | довжина кореневої системи, см |                                                                              |                           |
| Абсолют   | B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 49,57 ± 1,17 <sup>a</sup>                                           | 0,88 ± 0,11 <sup>a</sup>    | 1,45 ± 0,15 <sup>a</sup>                 | 7,37 ± 1,27 <sup>a</sup>          | 18,12 ± 1,22 <sup>a</sup>     | 36,18 ± 1,18 <sup>a</sup>                                                    | 72,99 ± 1,19 <sup>a</sup> |
|           | B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 49,09 ± 1,14 <sup>a</sup>                                           | 0,96 ± 0,17 <sup>b</sup>    | 1,17 ± 0,18 <sup>b</sup>                 | 7,96 ± 1,33 <sup>a</sup>          | 19,74 ± 1,31 <sup>b</sup>     | 38,86 ± 1,29 <sup>b</sup>                                                    | 79,16 ± 1,21 <sup>b</sup> |
|           | B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 50,48 ± 1,28 <sup>b</sup>                                           | 1,05 ± 0,21 <sup>c</sup>    | 1,73 ± 0,22 <sup>c</sup>                 | 8,72 ± 1,24 <sup>b</sup>          | 19,36 ± 1,24 <sup>b</sup>     | 38,88 ± 1,33 <sup>c</sup>                                                    | 77,02 ± 1,30 <sup>c</sup> |
|           | B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 50,08 ± 1,36 <sup>b</sup>                                           | 1,15 ± 0,27 <sup>d</sup>    | 1,21 ± 0,24 <sup>b</sup>                 | 9,54 ± 1,32 <sup>c</sup>          | 21,74 ± 1,45 <sup>c</sup>     | 41,08 ± 1,47 <sup>d</sup>                                                    | 82,03 ± 1,42 <sup>d</sup> |
| Домінатор | B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 48,91 ± 1,22 <sup>a</sup>                                           | 0,98 ± 0,17 <sup>a</sup>    | 1,37 ± 0,18 <sup>a</sup>                 | 8,07 ± 1,25 <sup>b</sup>          | 16,27 ± 1,29 <sup>d</sup>     | 36,39 ± 1,29 <sup>e</sup>                                                    | 74,40 ± 1,26 <sup>a</sup> |
|           | B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 49,25 ± 1,34 <sup>a</sup>                                           | 1,09 ± 0,19 <sup>b</sup>    | 1,09 ± 0,21 <sup>c</sup>                 | 8,85 ± 1,32 <sup>b</sup>          | 17,59 ± 1,39 <sup>a</sup>     | 40,49 ± 1,61 <sup>a</sup>                                                    | 82,21 ± 1,48 <sup>e</sup> |
|           | B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 49,50 ± 1,33 <sup>a</sup>                                           | 1,14 ± 0,22 <sup>c</sup>    | 1,61 ± 0,19 <sup>d</sup>                 | 9,48 ± 1,28 <sup>c</sup>          | 18,72 ± 1,49 <sup>a</sup>     | 41,30 ± 1,74 <sup>b</sup>                                                    | 83,49 ± 1,54 <sup>e</sup> |
|           | B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 50,10 ± 1,47 <sup>c</sup>                                           | 1,32 ± 0,25 <sup>d</sup>    | 1,19 ± 0,25 <sup>b</sup>                 | 10,55 ± 1,41 <sup>d</sup>         | 20,67 ± 1,54 <sup>e</sup>     | 44,17 ± 1,96 <sup>c</sup>                                                    | 88,23 ± 1,72 <sup>c</sup> |

\* шифр варіантів згідно табл. 1; \*\* різними літерами позначені значення, які суттєво відрізнялися одне від одного у співставленні комбінації варіантів дослідів за допомогою критерію Тьюкі з поправкою Бонферроні. \*\* середнє значення по всіх ділянках розділених для послідовного застосування позакореневих підживлень (фактор D<sub>1</sub>–D<sub>4</sub>).

Визначено, що застосування фунгіцидів з рістрегулюючим ефектом сприяє формуванню рослин з істотно вищим діаметром кореневої шийки в обох гібридів ріпаку озимого. Так, у гібриду Абсолют усереднений приріст показника за рахунок комбінованого використання препаратів Букат (0,35 л/га) та Карамба Турбо (0,65 л/га) становив на фоні базового удобрення ( $B_1$ ) 9,10%, а на фоні поліпшеного ( $B_2$ ) – 9,52%. Для гібриду Домінатор аналогічні показники були на рівні 11,22% та 15,79%. Виходячи з оптимальної моделі морфологічного розвитку рослин озимого ріпаку для перезимівлі [77–79], застосування в осінній період вегетації комбінації фунгіцидів з рістрегулюючим характером – Карамба Турбо та Букат – оптимізує процес росту, розподіляючи інтенсивність мофрoutuворення з пролонгацією лінійного росту до інтенсивного розростання кореневої шийки, а, відповідно, до більш інтенсивного розвитку та потовщення зони закладення бруньок відновлення. Більш інтенсивна морфологічна корекція товщини кореневої шийки у гібриду з менш тривалим вегетаційним періодом Домінатор, позитивно співвідноситься із висновками щодо різниці у реалізації дії рістрегуляторів на гібридах озимого ріпаку різних груп стиглості з перевагою ранньостиглих форм, що пояснюється прискореними темпами морфогенезу за менш тривалої вегетації [268–270].

Позитивною була дія застосованої комбінації препаратів і на формування висоти точки росту над рівнем ґрунту, яка визначає характер потенційно можливого впливу низьких температур та притертої льодової кірки на центри росту рослин озимого ріпаку [79]. При цьому оптимальний габітус рослин ріпаку на стадії входження в зиму має коливатись в межах від 1,0 до 1,8 см [77, 78]. З цієї позиції доцільність застосованої системи догляду була підтверджена при середньому значенні висоти тропачії точки росту у значенні 1,09–1,27 см залежно від варіанту основного удобрення та значенні зниження показника у зіставленні до контрольного варіанту на рівні 19,31%, на фоні базового основного удобрення та 30,06% на базі поліпшеного його варіанту у гібриду Абсолют та аналогічної тенденції у значенні зниження 20,44% та 26,09% у гібриду Домінатор відповідно (рис. 3.6).





**Рисунок 3.7 – Результати визначення морфометричного розвитку рослин ріпаку озимого (гібрид Домінатор) у період припинення осінньої вегетації, 2022 рік.**

*Примітка. Верхній рисунок: послідовно типові рослини із такого поєднання варіантів:  $B_1C_1$ ,  $B_1C_2$ ,  $B_2C_2$ ; середній рисунок: послідовно зліва-направо для двох рослин у кожній групі співставлення для варіантів  $B_1C_1$ ,  $B_1C_2$ ,  $B_2C_2$ ; нижній рисунок: контрастне співставлення варіантів зліва-направо  $B_1C_1$  та  $B_2C_2$  (Чинники дослідю:  $B_1$  (Базовий) – застосування Діамофоска N-10% P-26% K-26% 231 кг/га (131 кг/га під оранку + BBCH 00: 100 кг/га при посіві;  $B_2$  (Поліпшений) – застосування Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + BBCH 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві);  $C_1$  – без застосування морфорегуляторів росту;  $C_2$  – BBCH 14–18: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га))*





*Продовження рисунка 3.7 – Співставлення морфометрії кореневої шийки та точки росту у гібриду Абсолют*

*Примітка. Верхня позиція (2022 рік) ліве фото – співставлення для пари рослин у кожній групі порівняння зліва– направо варіанти  $B_1C_1$  та  $B_2C_2$ ; праве фото – загальний розвиток кореневої системи рослин для варіанту  $B_2C_2$ ; нижня позиція (2024 рік) результати замірів морфометрії рослин ріпаку озимого у гібриду Домінатор на варіанті досліді  $B_2C_2$ ).*

Слід відмітити, що у випадку лінійного росту стебла у гібридів різних груп стиглості застосований варіант комбінації фунгіцидів-морфорегуляторів при оптимізації осіннього удобрення (варіант В<sub>2</sub>) мав різне значення. Нижче значення морфокорекції, було відмічено для середньораннього гібрида Домінатор. Причиною цього є різниця у темпах росту гібридів ріпаку різних груп стиглості за векторами радіального та вертикального спрямування. У гібридів ріпаку ранньостиглих форм виражене домінування росту рослин за висотою, при менших темпах радіального росту, а для гібридів пізньостиглих форм ці напрями або ж рівноцінні, або ж з незначним домінуванням радіального росту [271–273], що узгоджується з отриманими даними.

У продовження даних висновків, кількість листків на рослині, яка градаційно має вище значення у гібридів більш пізньостиглих [74] – також мала позитивні прирости у зіставленні варіантів із застосуванням та без застосування рістрегуляторів для обох фонів основного удобрення. Так, для гібриду Домінатор приріст показника у зіставленні окреслених варіантів був на рівні 7,05% та 9,40% відповідно для фонів основного живлення базового та поліпшеного, а для гібриду Абсолют – 8,60% та 11,29% відповідно.

Враховуючи, що характеристика біохімічної та фізіологічної дії на ріпак обох рістрегуляторів на ранніх фенофазах спричинює зупинку наростання наземної маси при продовженні процесу фотосинтетичної асиміляції – це сприяє накопиченню поживних органічних речовин в кореневій системі та формує передумови для інтенсифікації росту кореневої системи в довжину та її інтенсивного галуження, покращуючи зимостійкість рослин [79, 263, 274, 275], в той час як процес фотосинтезу продовжується, що сприяє накопиченню пластичних речовин в кореневій системі і прискорює ріст довгого й добре розгалуженого коріння, покращує зимостійкість. Такі особливості було підтверджено даними дослідженнями. Було отримано істотне збільшення загальної довжини кореневої системи (візуальна фіксація без монолітного відмивання) у гібриду Абсолют на рівні 8,94% та 12,29% для варіантів основного удобрення В<sub>1</sub> та В<sub>2</sub> відповідно.





*Рисунок 3.8 – Верхній ряд: облікові морфометричні параметри рослин гібриду Абсолют в осінній період вегетації (2023 рік); нижній ряд: стан посівів гібриду Домінатор перед входженням у зиму (перша декада листопада 2024 року, на варіанті з комбінацією факторів B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>).*

Для гібриду Домінатор аналогічні показники були на рівні 8,11% та 10,42%. Як і у випадку інших показників відмічено певні генотипові відмінності між гібридами ріпаку різних груп стиглості, що з позиції інтенсивності розвитку кореневої системи на варіантах як із застосуванням рістрегуляторів, так і без них пояснюється більш інтенсивними темпами укорінення, характерними для ріпаку більш пізніх груп стиглості, що у свою чергу пояснюється різницею у співвідношенні темпів наростання надземної маси та маси коренів при збереженні більш низького значення коефіцієнта продуктивності кореневої системи у гібридів середньостиглої та пізньостиглої груп [256].

В підсумку, оптимізація морфології рослин на феностадії розетки на стадії входження рослин у зиму створила кращі умови для їх перезимівлі у результаті чого відсоток перезимівлі був вищим у всіх варіантах застосування рістрегуляторів (рис. 3.9). Це підтверджено зростанням показника збереженості рослин на одиниці площі на дату відновлення вегетації рослин ріпаку озимого.

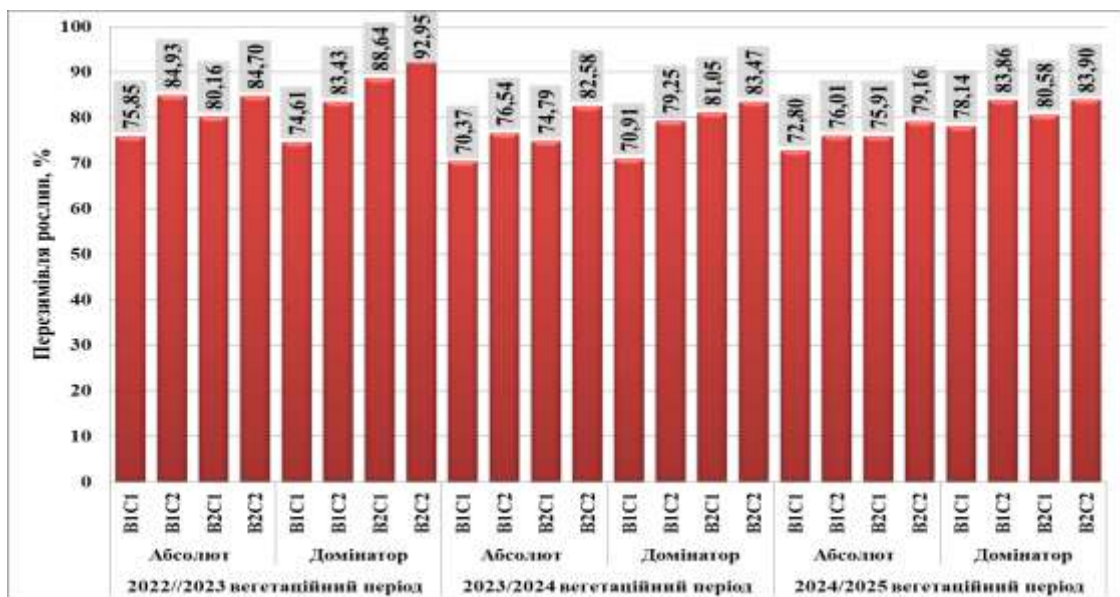


**Рисунок 3.9 – Динаміка перезимівлі рослин гібридів ріпаку озимого залежно від варіантів основного блоку удобрення та застосування рістрегулюючих препаратів, 2022–2025 рр.**

*Примітка.*  $HP_{05} = 0.70\%$  – для загальної схеми статистичного співставлення рік (вегетаційний період)  $\times$  гібрид (Абсолют, Домінатор)  $\times$  варіант основного блоку удобрення ( $B_1$  та  $B_2$  (розшифровка у табл. 3.1)  $\times$  варіант застосування морфорегуляторів росту ( $C_1$ ,  $C_2$  (розшифровка у табл. 2.3)

Так, загальний відсоток перезимівлі в гібриду Абсолют був максимальним у варіанті поєднання поліпшеного варіанту основного удобрення ( $B_2$ ) при застосуванні комбінації фунгіцидів з рістрегулюючим ефектом (варіант  $C_2$ ) 82,03%, що на 9,04% вище ніж у варіанті базового удобрення ( $B_1$ ) за відсутності рістрегуляції. Для гібриду Домінатор визначено аналогічний варіант як найкращий з показниками 89,50% та 15,10% відповідно.

Істотність різниці між показником перезимівлі у варіантах базового та поліпшеного основного удобрення можна додатково пояснити з позиції введення сірки як компонента удобрення, яка оптимізує ростові процеси рослин ріпаку та сприяє формуванню умов для поліпшення біохімічного складу тканин та коренів з огляду на накопичення сірковмісних сполук, інтенсифікації накопичення цукрів та зниження загальної оводненості тканин, що позитивно узгоджується з рядом досліджень [276–280].

Зроблені вище узагальнення, позитивно співвідносяться із результатами впливу чинників досліду в системі процесу росту і розвитку рослин гібридів ріпаку озимого в осінній період вегетації (рис. 3.10). За результатами проведеного аналізу у системі морфометрії та збереженості рослин гібридів озимого ріпаку серед вивчених чинників найбільша частка впливу належить гідротермічним умовам – в середньому в сумі 37,09%. Максимальна вираженість впливу встановлена щодо формування показника густоти стояння рослин на період повних сходів – 54,39%, а мінімальна – для показника висоти точки росту рослин над поверхнею ґрунту – 13,89%.

Другим визначено чинник застосування морфорегуляторів росту із середнім рівнем впливу 23,83%. Вплив цього фактора мав максимальну вираженість саме на ростові параметри стеблової частини рослин з позиції формування висоти точки росту над поверхнею ґрунту в обох гібридів (частка впливу понад 35%), діаметрального розвитку кореневої шийки (частка впливу понад 27%) та інтенсивності розвитку кореневої системи (частка впливу понад 25%).

У середньому на частку основного блоку удобрення в системі його застосування в осінній період усереднений вплив становив 18,52%, а на частку генотипових особливостей гібридного складу – 6,01%.



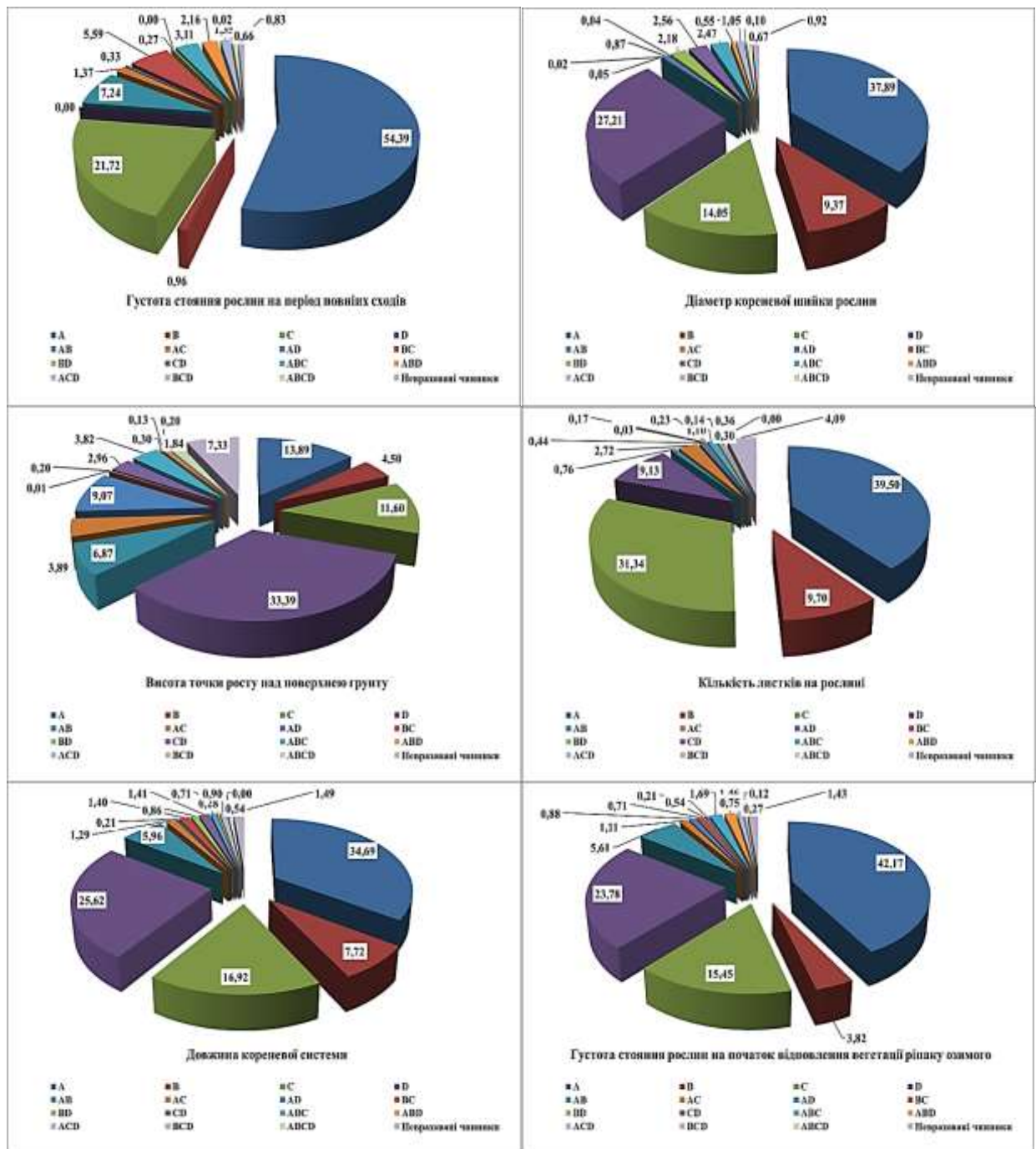


**Рисунок 3.10 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатofакторній схемі дослідження за показниками густоти стояння та морфологічного розвитку рослин досліджуваних гібридів ріпаку озимого в осінній період їх вегетації (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків Д. 1–Д. 7).**

*Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – гібриди, C – основний блок удобрення, D – застосування морфорегуляторів росту, AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

У системі взаємодії чинників досліджу максимум встановлено у середньому по аналізованих факторах для комбінацій факторів АВ (частка впливу 4,42%), АВС (частка впливу 2,15%) та АД (частка впливу 1,97%).

На підставі отриманих значень, застосована система ріст регуляції (фактор у схемі досліджу С<sub>2</sub>) у поєднанні із оптимізацією основного блоку удобрення (фактор В<sub>2</sub>) формують ефективну можливість корекції показника перезимівлі рослин за сумарної частки впливу факторів С<sub>2</sub> та В<sub>2</sub> як в одинарному, так і комбінаторному характері впливу на рівні 50,96%.

Враховуючи той факт, що перезимівля рослин ріпаку озимого має і важливу біохімічну складову з позиції загального вмісту цукрів у кореневій шийці [99] було застосовано додаткову оцінку даного показника у розрізі варіантів досліджу (табл. 3.6). Відомо, що стійкість рослин ріпаку озимого з позиції біохімічного та фізіологічного стану у першу чергу визначається двома основними критеріями – оводненістю тканин рослини у період припинення будь-яких вегетаційних процесів [65, 281, 282] та концентрацією цукрів у кореневій шийці рослин ріпаку як на дату припинення ростових процесів пізньої осені, так і в процесі зниження їх концентрації за рахунок фізіологічних перетворень у результаті провокаційних ефектів росту. З іншого боку, немає єдиної думки щодо оптимальності показника концентрації цукрів у тканинах озимих хрестоцвітих видів, яка б відповідала оптимальним моделям перезимівлі [74]. Вважається [206], що концентрація цукрів на рівні 22–25% на суху речовину у період максимальних температурних ризиків перезимівлі (календарно друга декада січня–перша декада лютого [263]) є бажаною для прогнозовано сприятливого процесу перезимівлі та виживаності рослин.

З огляду на дані твердження, обидва вивчені гібриди ріпаку озимого можна віднести до генотипів з біохімічно вираженими рисами стійкості до перезимівлі. При цьому у багаторічному вимірі по варіантах вивчення середній вміст цукрів на грудень у гібриду Абсолют був 31,58%, а у гібриду Домінатор – 33,13%. Станом на січень ці показники становили 20,15 та 20,57%, а на лютий – 11,05 та 10,88% відповідно.



Таблиця 3.6

**Динаміка вмісту загальних цукрів у кореневій шийці гібридів ріпаку озимого та інтенсивність їх використання за період перезимівлі залежно від технологічних варіантів дослідів в осінній період вегетації, 2022–2025 рр.**

| Роки вегетації                                                                                             | Гібрид    | Варіант<br>дослідів           | Вміст загальних цукрів, %<br>на суху речовину |        |       | Використано<br>цукрів за період<br>перезимівлі, % |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------------------------------------------|--------|-------|---------------------------------------------------|
|                                                                                                            |           |                               | Грудень                                       | Січень | Лютий |                                                   |
| 2022/2023<br>вегетаційний<br>період                                                                        | Абсолют   | B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 31,54                                         | 20,84  | 11,37 | 64,0                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 34,51                                         | 21,85  | 14,51 | 58,0                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 33,18                                         | 21,15  | 12,39 | 62,7                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 37,14                                         | 21,63  | 15,08 | 59,4                                              |
|                                                                                                            | Домінатор | B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 30,69                                         | 21,54  | 10,82 | 64,7                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 33,41                                         | 22,08  | 13,37 | 60,0                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 37,18                                         | 22,41  | 13,23 | 64,4                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 38,84                                         | 22,91  | 15,11 | 61,1                                              |
| 2023/2024<br>вегетаційний<br>період                                                                        | Абсолют   | B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 27,12                                         | 18,21  | 6,67  | 75,4                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 28,77                                         | 18,86  | 8,21  | 71,5                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 29,14                                         | 19,86  | 8,34  | 71,4                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 31,87                                         | 20,09  | 9,84  | 69,1                                              |
|                                                                                                            | Домінатор | B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 29,74                                         | 18,31  | 7,22  | 75,7                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 31,05                                         | 18,89  | 9,35  | 69,9                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 31,92                                         | 19,18  | 8,21  | 74,3                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 33,59                                         | 19,74  | 9,95  | 70,4                                              |
| 2024/2025<br>вегетаційний<br>період                                                                        | Абсолют   | B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 29,22                                         | 18,82  | 10,27 | 64,9                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 30,59                                         | 19,62  | 12,11 | 60,4                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 31,76                                         | 19,98  | 11,11 | 65,0                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 34,09                                         | 20,87  | 12,65 | 62,9                                              |
|                                                                                                            | Домінатор | B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> | 30,41                                         | 19,69  | 9,25  | 69,6                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> | 32,55                                         | 20,47  | 11,29 | 65,3                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> | 33,09                                         | 20,56  | 10,58 | 68,0                                              |
|                                                                                                            |           | B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> | 35,08                                         | 21,08  | 12,14 | 65,4                                              |
| НІР <sub>05</sub> , % (для загальної<br>комбінаторики факторів дослідів)<br>(на підставі додатків Е.1–Е.4) |           |                               | 0,48                                          | 0,45   | 0,51  | 0,91                                              |

*Примітка. (Чинники дослідів: B<sub>1</sub> (Базовий) – застосування Діамофоска N-10% P-26% K-26% 231 кг/га (131 кг/га під оранку + BBCH 00: 100 кг/га при посіві; B<sub>2</sub> (Поліпшений) – застосування Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + BBCH 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); C<sub>1</sub> – без застосування морфорегуляторів росту; C<sub>2</sub> – BBCH 14–18: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га)).*

У підсумку, середня витрата цукрів на комплекс фізіологічного забезпечення перезимівлі рослин у гібридів була відносно близькою – 65,38% у гібриду Абсолют та 67,40% у гібриду Домінатор. Щодо останнього показника, було встановлено істотну міжрічну його відмінність. У середньому по гібридах для умов 2022/2023 вегетаційного періоду його значення було 61,77%, для умов 2023/2024 вегетаційного періоду 72,21% та 65,19% для умов 2024/2025 вегетаційного періоду. Ці відмінності також характерні і для всіх дат контролю цукристості рослин. Так, максимальні значення вмісту цукрів у кореневій шийці для обох гібридів ріпаку озимого (на рівні 11,55% усередненого приросту до середнього по досліді за період досліджень) було визначено для умов 2022/2023 вегетаційного періоду і, навпаки зниження на 14,7% у тому ж зіставленні для умов 2023/2024 вегетаційного періоду.

Щодо впливу варіантів основного блоку удобрення та застосування рістрегулюючих речовин слід відмітити позитивний їх вплив у результуючому поєднанні на формування даного показника, а також істотно кращу при цьому фенотипічну реакцію на застосовані заходи оптимізації у гібриду Домінатор порівняно із гібридом Абсолют (що підтверджує висновки щодо посиленої реакції гібридів більш ранньостиглих груп на рістрегулюючі речовини [74]. Так, за рахунок застосування у системі основного внесення діаміфоски із сіркою та росаферту при посіві, які містять сірку та кальцій (варіант B<sub>2</sub>) проти подвійного застосування діаміфоски (варіант B<sub>1</sub>) приріст показників вмісту загальних цукрів у кореневій шийці рослин ріпаку озимого гібриду Абсолют у послідовному хронометражі із грудня по лютий був на рівні 8,5%, 4,6% та 9,9%.

Для гібриду Домінатор аналогічні показники становили 11,6%, 5,1% та 12,9% відповідно. При цьому загальна витрата цукрів за період перезимівлі рослин у співставленні варіантів B<sub>2</sub>/B<sub>1</sub> скоротилась на 1,3% у гібриду Абсолют та на 3,7% у гібриду Домінатор.

Застосування рістрегуляторів у варіанті C<sub>2</sub> у зіставленні до їх відсутності у технології вирощування гібридів ріпаку озимого (варіант C<sub>1</sub>) мало більш істотний якісний вплив і для факторного співвідношення C<sub>2</sub>/C<sub>1</sub> за показниками

вмісту цукрів та їх витрати для гібриду Абсолют мало такі абсолютні прирости 8,2%, 3,4%, 20,4% за зниження витрат цукрів при перезимівлі на 5,6%. Для гібриду Домінатор аналогічний ряд показників мав такий вигляд 9,9%, 4,6%, 20,9% та 6,1%.

Враховуючи той факт, що істотне зниження вмісту цукрів у кореневій шийці рослин ріпаку озимого від його стартового рівня на дату припинення росту у процесі перезимівлі є показником нестабільного стану рослин, несприятливих гідротермічних умов перезимівлі та наявності провокаційних процесів до ініціації росту та дихальних процесів (що веде до виснаження та випадання рослин [283–285]) – виявлені стійкі тенденції до істотного зниження показника споживання цукрів щонайменше на 6,0% за застосування поліпшеного блоку основного удобрення у частині осіннього його внесення у поєднанні із застосуванням на фазу ВВСН 14–18 рістрегуляторів Букат +Карамба Турбо сформувало стійкі умови для успішної перезимівлі рослин (рис. 3.9).

Позитивний вплив поліпшеного варіанту основного блоку удобрення (варіант В<sub>2</sub>) також позитивно узгоджується із висновками, що за оптимізації осіннього періоду живлення, зокрема сірковмісними добривами оптимізується вміст цукрів та урегульовується оводненість тканин рослин ріпаку озимого, що сприяє покращенню умов їх перезимівлі [79, 99, 141, 252, 286].

Зроблені вище висновки позитивно узгоджуються з результатами факторного аналізу (дод. Е.5), де в середньому за показниками вмісту цукрів та їх витратою у ході перезимівлі головні фактори дослідів було усереднено із такими результатами частки їх впливу: гідротермічні умови періодів вегетації (фактор А) – 54,14%, фенотипічні особливості вивчаємих гібридів (фактор В) – 3,67%, умови осінньої частки основного блоку удобрення (фактор С) – 10,07%, застосування рістрегулюючих препаратів (фактор D) – 18,52%.

Роль гідротермічних умов вегетації та морфологічних параметрів рослин ріпаку озимого перед входженням їх у період перезимівлі у збереженості рослин підтверджено також результатами кореляційного аналізу з розрахунком матриці кореляцій Спірмена для масиву дослідних даних (рис. 3.11).

З позиції ролі гідротермічних параметрів перезимівля рослин ріпаку озимого за результатами такої кореляційної оцінки на 27,6% з прямим характером формування визначається сумою опадів за період від повних сходів до початку припинення осіннього періоду вегетації, на 17,7% з оберненим характером формування від середньодобової температури повітря за той же період, на 36,7% з прямим характером формування від середньомісячної відносної вологості повітря, на 25,6% з прямим характером формування від індексу посушливості, на 45,8% від коефіцієнта зволоження, на 26,9% з оберненим характером формування від рівня випаровуваності та на 39,9% з оберненим характером формування від рівня середньодобової температури за період грудня–лютого у період перезимівлі рослин ріпаку озимого.

| Кореляційні пари | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7      | 8     | 9     | 10    | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18     |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1                | 0,708 | 0,484 | 0,603 | 0,666 | 0,730 | 0,288  | 0,554 | 0,844 | 0,844 | -0,844 | 0,916  | -0,816 | 0,247  | 0,932  | 0,907  | -0,557 | -0,791 |
| 2                |       | 0,223 | 0,875 | 0,760 | 0,826 | 0,814  | 0,797 | 0,791 | 0,839 | -0,691 | 0,833  | -0,805 | 0,581  | 0,811  | 0,805  | -0,392 | -0,725 |
| 3                |       |       | 0,080 | 0,169 | 0,075 | -0,639 | 0,403 | 0,387 | 0,335 | 0,505  | 0,370  | 0,379  | 0,306  | 0,346  | 0,391  | 0,371  | -0,455 |
| 4                |       |       |       | 0,653 | 0,861 | 0,775  | 0,879 | 0,725 | 0,774 | -0,584 | 0,763  | -0,705 | 0,687  | 0,727  | 0,746  | 0,071  | -0,497 |
| 5                |       |       |       |       | 0,783 | 0,680  | 0,729 | 0,746 | 0,823 | -0,712 | 0,720  | -0,852 | 0,630  | 0,794  | 0,776  | 0,407  | -0,487 |
| 6                |       |       |       |       |       | 0,836  | 0,922 | 0,928 | 0,889 | -0,728 | 0,859  | -0,767 | 0,553  | 0,851  | 0,858  | -0,459 | -0,570 |
| 7                |       |       |       |       |       |        | 0,884 | 0,655 | 0,733 | -0,582 | 0,525  | -0,419 | 0,606  | 0,506  | 0,677  | -0,519 | -0,632 |
| 8                |       |       |       |       |       |        |       | 0,817 | 0,811 | -0,596 | 0,754  | -0,730 | 0,680  | 0,741  | 0,755  | -0,110 | -0,394 |
| 9                |       |       |       |       |       |        |       |       | 0,879 | -0,765 | 0,929  | -0,767 | 0,399  | 0,922  | 0,911  | -0,368 | -0,666 |
| 10               |       |       |       |       |       |        |       |       |       | -0,935 | 0,897  | -0,894 | 0,471  | 0,945  | 0,941  | -0,225 | -0,624 |
| 11               |       |       |       |       |       |        |       |       |       |        | -0,829 | 0,851  | -0,301 | -0,902 | -0,903 | 0,306  | 0,675  |
| 12               |       |       |       |       |       |        |       |       |       |        |        | -0,840 | 0,344  | 0,978  | 0,970  | -0,378 | -0,764 |
| 13               |       |       |       |       |       |        |       |       |       |        |        |        | -0,532 | -0,883 | -0,896 | 0,144  | 0,564  |
| 14               |       |       |       |       |       |        |       |       |       |        |        |        |        | 0,384  | 0,373  | 0,441  | -0,051 |
| 15               |       |       |       |       |       |        |       |       |       |        |        |        |        |        | 0,985  | -0,363 | -0,715 |
| 16               |       |       |       |       |       |        |       |       |       |        |        |        |        |        |        | -0,376 | -0,687 |
| 17               |       |       |       |       |       |        |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        | 0,106  |

**Рисунок 3.11 – Кореляційна матриця Спірмена взаємозв'язків формування морфопараметрів та щільності агроценозу гібридів ріпаку озимого у масиві даних застосованих агротехнологічних варіантів та гідротермічних умов за осінній період вегетації (у єдиному масиві даних за 2022–2025 рр. при  $N=96$ ).**

*Примітка.* Червоним виділено всі коефіцієнти кореляції істотні на рівні значущості  $p < 0.05$ . Розшифровка ознак у кореляційній матриці: 1 – густина стояння рослин на початок відновлення вегетації, шт/м<sup>2</sup>; 2 – діаметр кореневої шийки, мм; 3 – висота точки росту над рівнем ґрунту, см; 4 – кількість листків на рослині, шт.; 5 – довжина кореневої системи, см; 6 – густина стояння рослин на початок відновлення вегетації, шт/м<sup>2</sup>; 7 – перезимівля рослин, %; 8 – вміст цукрів у кореневій шийці рослин ріпаку на грудень місяць, %; 9 – вміст цукрів у кореневій шийці рослин ріпаку на січень місяць, %; 10 – вміст цукрів у кореневій шийці рослин ріпаку на лютий місяць, %; 11 – використано цукрів за зимовий період, %; 12 – сума опадів за період осінньої вегетації рослин ріпаку, мм; 13 – середньодобова температура повітря за період осінньої вегетації рослин ріпаку, °С; 14 – середньомісячна вологість повітря, %; 15 – індекс посушливості Де Мартона ( $I_{DM}$ ); 16 – коефіцієнт зволоження ( $K_z$ ); 17 – випаровуваність ( $E$ ), мм; 18 – середньодобова температура повітря за період січень–лютий, °С.

Зроблені детермінуючі оцінки підтверджено більш поглибленими статистичними підходами при застосуванні методів аналізу головних компонент та факторного канонічного аналізу (рис. 3.12–3.13).

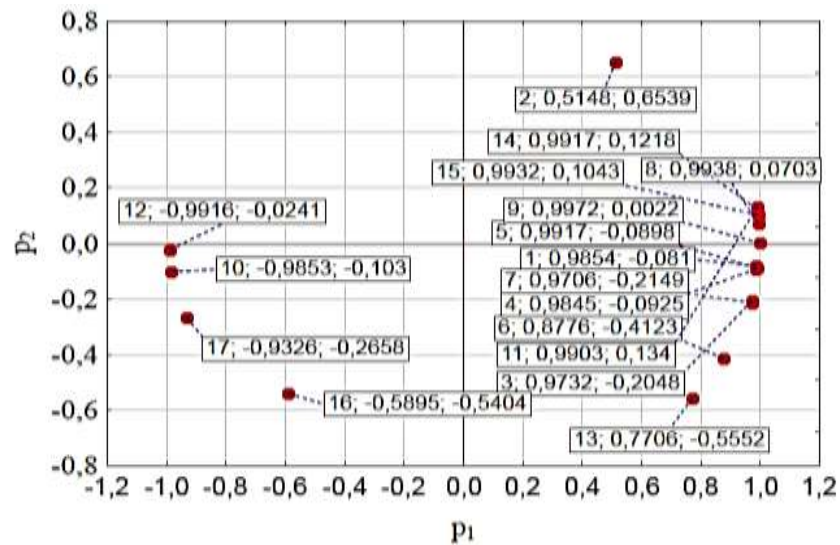


**Рисунок – 3.13** Діаграми розмаху факторних навантажень ( $p_1$  відносно  $p_2$ ) у системі аналізу головних компонент (РСА) застосованого до матриці кореляцій Спірмена в оцінці взаємозв'язків формування морфопараметрів та щільності агроценозу гібридів ріпаку озимого у масиві даних застосованих агротехнологічних варіантів та гідротермічних умов за осінній період вегетації (у єдиному масиві даних за 2022–2025 рр. при  $N=96$ ).

*Примітка.* Статистична оцінка компонент: власне значення  $p_1$  14,546,  $p_2$  1,440; відсоток дисперсії  $p_1$  – 85,55,  $p_2$  – 8,47; кумулятивний відсоток дисперсії  $p_1$  – 85,55,  $p_2$  – 94,02)) Розшифровка чинників подана на рис. 3.12

На підставі такого аналізу, основними факторами, які визначатимуть характер формування загальної продуктивності агроценозів ріпаку озимого будуть такі, що знаходяться у плюсовій чверті факторної площини для першої факторної компоненти ( $p_1$ ) за знаходження другої компоненти ( $p_2$ ) у мінусовій її директорії. Таким чином, успішність застосованих варіантів досліджень має бути направлена на оптимізацію перезимівлі рослин та рівня використання цукрів за період даної перезимівлі, що відповідає осьовому співвідношенню основних факторів (рис. 3.13). Слід зауважити при цьому, що основний фактор рівня використання загальних цукрів за період перезимівлі факторно співвідноситься з такими чинниками, як рівень середньодобової температури

повітря за період осінньої вегетації, випаровуваністю за той же період та середньодобовою температурою повітря за період січень–лютий (рис. 3.11).

Висота точки росту над рівнем ґрунту (3 індексний чинник, рис. 3.13) є інтермедіальною ознакою, яка визначає як рівень перезимівлі рослин, так і рівень цукровикористання на фізіологічні процеси регуляції стану перезимівлі рослин (рис. 3.12). Враховуючи, що поставлені на вивчення заходи оптимізації ростових процесів рослин озимого ріпаку у осінній період вегетації гібридів (фактор В<sub>2</sub>) та застосування комбінації ріст регуляторів з фунгіцидним ефектом (Карамба Турбо + Букат (факторр С<sub>2</sub>)), як відмічено вище, мали істотний позитивний вплив на формування бажаних морфологічних ознак та ріст вмісту загальних цукрів, що сприяло прогнозовано високим рівням перезимівлі.

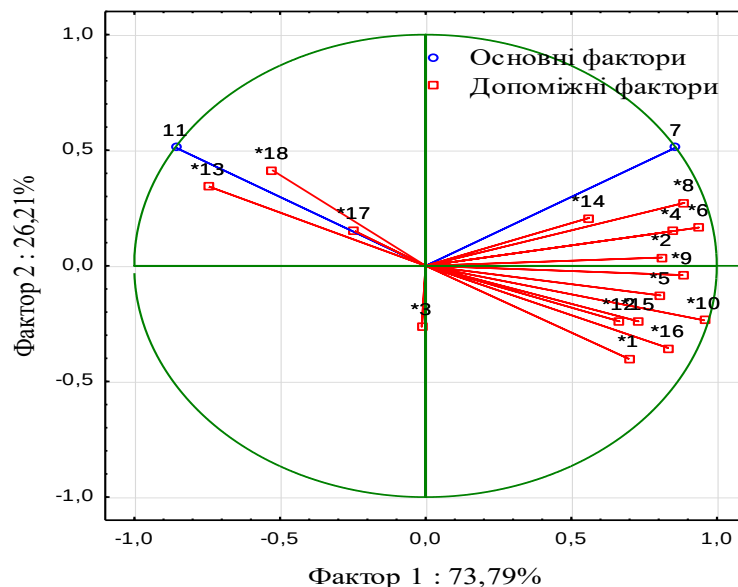


**Рисунок 3.14 – Проекція чинників на факторну площину (канонічний аналіз) у системі основних та допоміжних факторів у системі кореляцій Спірмена для оцінки рівня перезимівлі рослин (чинник 7) та динаміки зниження вмісту цукрів (чинник 11) у масиві даних для гібридів ріпаку озимого за період 2022–2025 рр.**

*Примітка. Розшифровка індексації чинників подана у підписах до рисунку 3.12*

Ці узагальнення було підтверджено співставленням умов оптимізації технології вирощування гібридів ріпаку озимого та комплексом морфологічних ознак рослин на стадії осінньої сформованої розетки перед входженням у зиму (рис. 3.15–3.16).



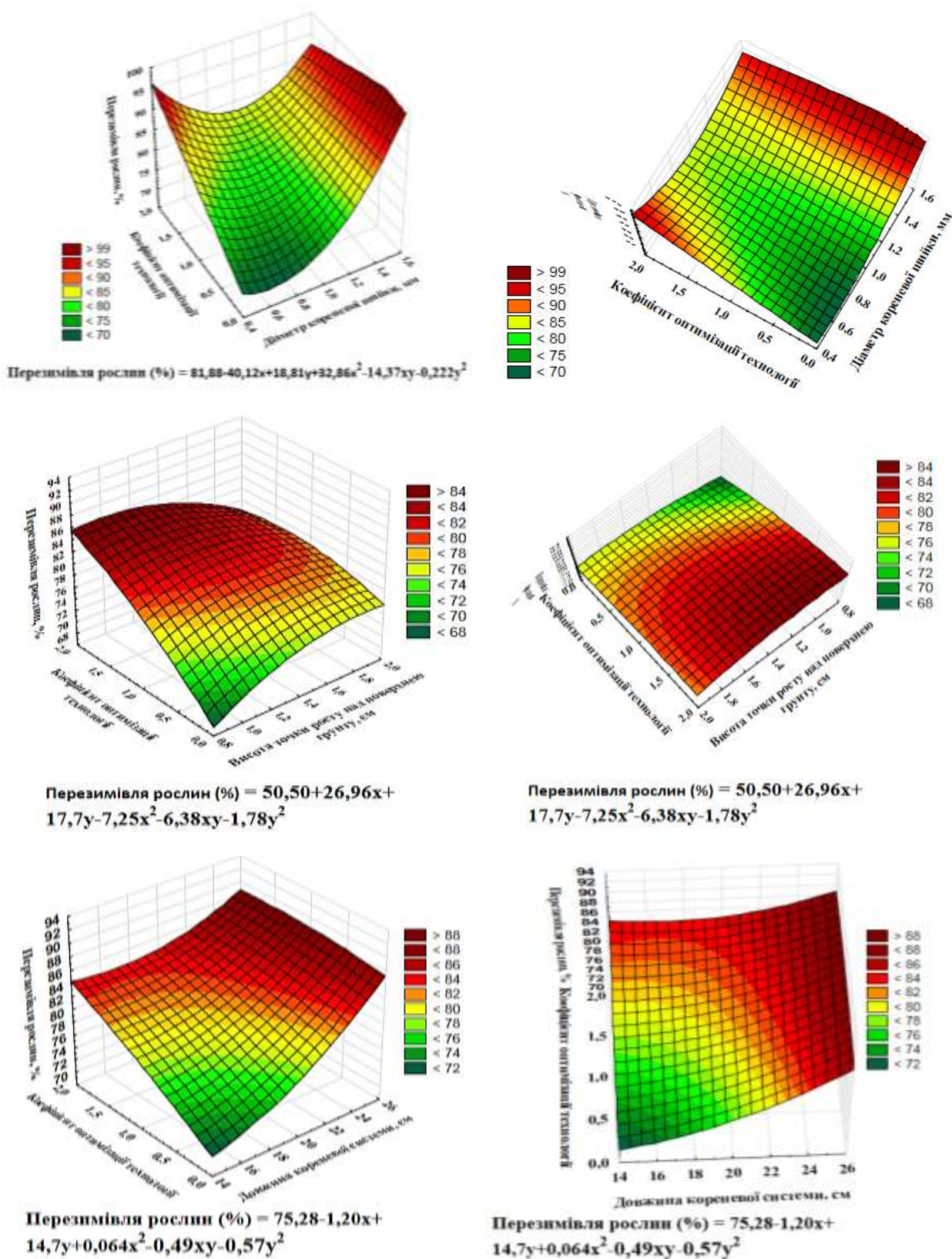


Рисунок 3.15 – Реакційна поверхня перезимівлі рослин ріпаку озимого (вісь Z, %) залежно від умовного коефіцієнту оптимізації технології (вісь Y) та морфометричних ознак рослин перед входженням у зиму (у масиві даних по двох гібридах за 2022–2025 рр.)

Для адекватного відображення фактора оптимізації технології було застосовано принцип коефіцієнту довантаження у дискретному значенні від 0 до 2 з врахуванням повної відсутності факторів оптимізації поставлених на вивчення та максимальним їх набором (у виразі 0 – для комбінації варіантів  $B_1C_1$ ; 1– для комбінацій  $B_1C_2$  та  $B_2C_1$ , а також 2 – для комбінації  $B_2C_2$ ).

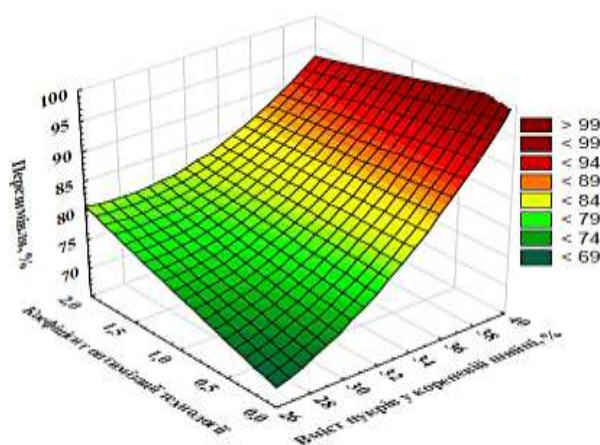
Такий підхід є загальноприйнятим для статистичної кореляційно-регресійної оцінки факторів у непропорційно числовому виразі і належать до варіанту умовного вирівнювання значення факторів для їх адекватної участі в ході стандартного аналізу (відповідно до [242]). Результати такої оцінки підтвердили роль рістррегуляторів на фоні оптимізованого блоку основног удобрення у формуванні позитивних передумов для оптимізації як морфологічного розвитку рослин перед входженням у зиму, так і гарантування вищого показника перезимівлі рослин через показник вмісту цукрів та інтенсивності їх витрачання.

З іншого боку, більшість представлених реакційних поверхонь з оцінкою перезимівлі (%) – мали оптимум у зоні умовного коефіцієнту оптимізації технологій в інтервалі 0,5–1,5. Це вказує на певну різноманітність з позиції збереженості рослин через формування розвиненого морфотипу рослин, що не завжди позитивно узгоджується з оптимальним станом рослин для успішної перезимівлі. З іншого боку, використання рістррегуляторів у формі одночасно двох діючих речовин, забезпечило позитивну коректувальну функцію, яка гармонізувала морфологічний розвиток рослин та заклала передумови для успішної перезимівлі і відновлення вегетації рослин весною.

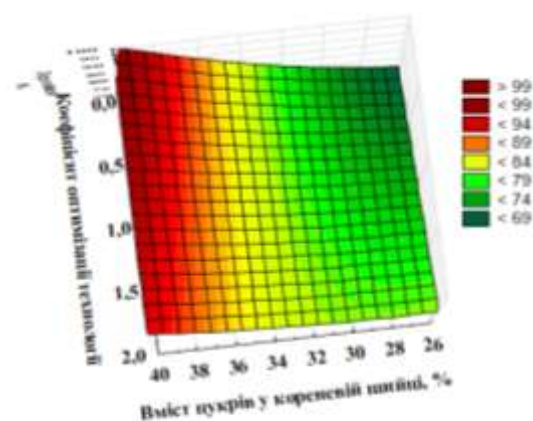
### **3.3. Ідентифікація формування біопродуктивності агроценозів гібридів ріпаку озимого залежно від комплексного поєднання оптимізованих систем мінерального живлення та рістррегулюючих речовин у весняно-літній період вегетації**

Весняний період вегетації у ріпаку озимого є важливим з позиції реалізації всіх елементів застосованих в осінній період та реалізації урожайного потенціалу гібридів [128, 153].

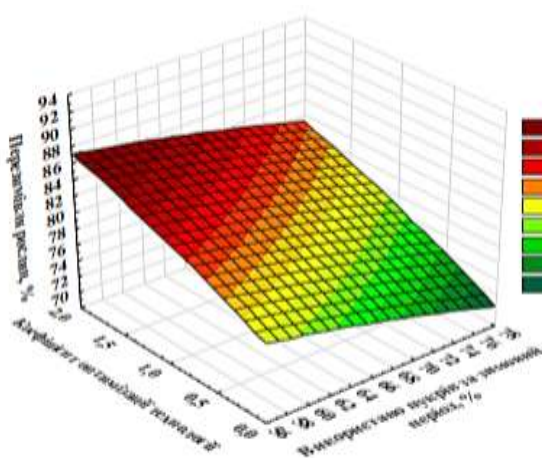




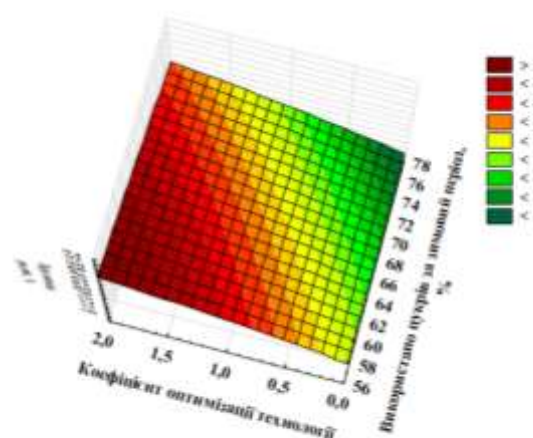
$$\text{Перезимівля рослин (\%)} = 107,29 - 3,99x + 24,78y + 0,096x^2 - 0,73xy + 0,14y^2$$



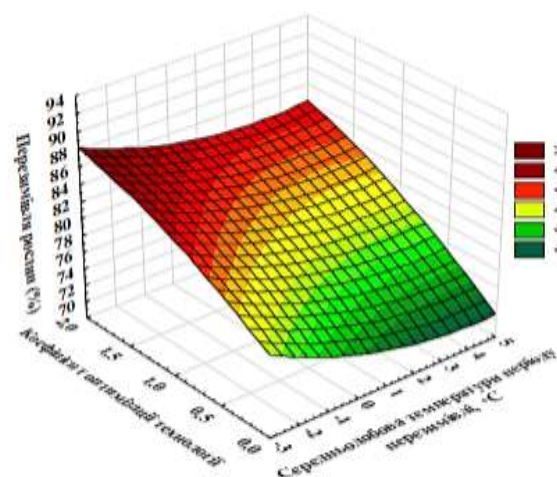
$$\text{Перезимівля рослин (\%)} = 107,29 - 3,99x + 24,78y + 0,096x^2 - 0,73xy + 0,14y^2$$



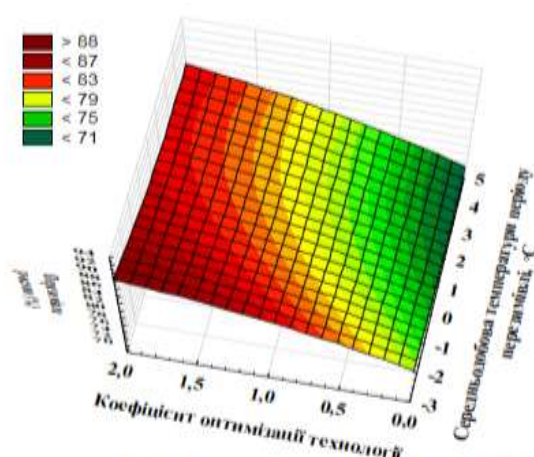
$$\text{Перезимівля рослин (\%)} = 81,93 + 0,106x + 4,33y - 0,0032x^2 + 0,0284xy - 0,61y^2$$



$$\text{Перезимівля рослин (\%)} = 81,93 + 0,106x + 4,33y - 0,0032x^2 + 0,0284xy - 0,61y^2$$



$$\text{Перезимівля рослин (\%)} = 73,24 - 1,11x + 8,44y + 0,12x^2 + 0,17xy - 1,31y^2$$



$$\text{Перезимівля рослин (\%)} = 73,24 - 1,11x + 8,44y + 0,12x^2 + 0,17xy - 1,31y^2$$

Рисунок 3.16 – Реакційна поверхня перезимівлі рослин ріпаку озимого (вісь Z, %) залежно від вмісту цукрів у кореневій шийці, рівня його споживання та температурних умов в період перезимівлі (у масиві даних по двох гібридах за 2022–2025 рр.)

За цих умов, аналіз динаміки приросту висоти стебла в розрізі феностадійного розвитку рослин озимого ріпаку є базовим показником оптимальності ростових процесів та супутніх їм фізіологічних перетворень, які й формують кінцевий результат відповідного варіанту технології [263, 287].

Наголошується також, що оптимізація застосування вискоємнісних технологій вирощування ріпаку озимого для нормалізації темпів та обсягів лінійного росту рослин супроводжується застосуванням рістрегулюючих речовин переважно із групи інгібіторів гіберелінів, що забезпечує зменшуючи корекцію загальної пролонгації стебла культури та формує позитивні передумови для розвитку продуктивної морфометрії, за рахунок інтенсифікації бічних галузень та формування більш продуктивного морфотипу рослин [154]. Відмічається також вплив рістрегулюючих діючих речовин, застосованих впродовж активного відростання рослин озимого ріпаку після відновлення його вегетації і на формування діаметру стебла в його основі, що слугує додатковим критерієм стійкості рослин ріпаку озимого до вилягання [99, 288, 289].

Враховуючи вище наведені аргументи, у системі аналізу ефективності застосованих комбінованих варіантів живлення з ріст регуляцією було застосовано такі показники, як висота стебла, діаметр стебла та динаміка формування надземної маси в сирому та сухому виглядах.

Встановлено, що варіанти досліджень впливали на величину показника висоти рослин. Щодо формування висоти рослин гібриду Домінатор у розрізі феностадійного їх розвитку встановлено істотні відмінності у формуванні показника як в цілому у взаємодії факторів досліду, так і у розрізі окремих його факторів окремо (табл. 3.7, рис. 3.17 а-б). Так, при оцінюванні основноку блоку удобрення між базовим ( $B_1$ ) та поліпшеним ( $B_2$ ) варіантами визначено переваги варіанту поліпшеного способу основного блоку удобрення з усередненим приростом у розрізі варіантів застосування рістрегуляції та позакоренових підживлень у значенні 7,6 см на фазу стеблуння, 8,2 см на фазу бутонізації, 3,4 см на фазу цвітіння та 5,2 см на фазу воскової стиглості.

Таблиця 3.7

**Динаміка висоти стебла гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від факторів досліду (середнє за 2022–2025 рр.), см**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                         | Позакорєневе підживлення<br>(D)                                                                  | Висота рослин в фазу*:     |                            |                          |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                                  | стеблєвання<br>(ВВСН35–37) | бутонізація<br>(ВВСН52–54) | цвітіння (ВВСН<br>63–65) | воскова<br>стиглість<br>(ВВСН83–85) |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без<br>обробки (С <sub>1</sub> )                                                         | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                | 26,7                       | 44,8                       | 106,8                    | 132,3                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) +<br>ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )           | 28,8                       | 47,9                       | 109,9                    | 137,3                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ<br>(3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 26,5                       | 45,2                       | 111,3                    | 140,2                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                          | 29,0                       | 48,1                       | 113,7                    | 144,5                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (С <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                   | 24,5                       | 39,7                       | 87,9                     | 117,7                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                   | 26,4                       | 41,3                       | 92,1                     | 126,8                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                   | 24,8                       | 39,9                       | 95,9                     | 129,6                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                   | 26,2                       | 41,5                       | 98,3                     | 135,5                               |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | С <sub>1</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                   | 35,6                       | 56,8                       | 115,8                    | 141,7                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                   | 37,4                       | 60,2                       | 119,2                    | 146,5                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                   | 35,2                       | 57,1                       | 123,8                    | 150,7                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                   | 36,9                       | 60,7                       | 126,9                    | 155,5                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | С <sub>2</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                   | 33,7                       | 48,3                       | 99,4                     | 129,5                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                   | 35,1                       | 53,3                       | 105,8                    | 137,7                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                   | 33,9                       | 48,5                       | 108,4                    | 141,1                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                   | 35,3                       | 52,8                       | 111,5                    | 147,8                               |
| НІР <sub>05</sub> , см, для факторів досліду та їх взаємодії (на підставі додатків Ж. 1 – Ж. 4)                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                                  |                            |                            |                          |                                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,32                       | 0,36                       | 0,67                     | 0,71                                |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,26                       | 0,29                       | 0,55                     | 0,58                                |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,26                       | 0,29                       | 0,55                     | 0,58                                |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,37                       | 0,41                       | 0,78                     | 0,82                                |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,46                       | 0,50                       | 0,95                     | 1,00                                |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,46                       | 0,50                       | 0,95                     | 1,00                                |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,65                       | 0,71                       | 1,34                     | 1,42                                |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,37                       | 0,41                       | 0,78                     | 0,82                                |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,53                       | 0,58                       | 1,10                     | 1,16                                |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,53                       | 0,58                       | 1,10                     | 1,16                                |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,65                       | 0,71                       | 1,34                     | 1,42                                |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,91                       | 1,01                       | 1,90                     | 2,01                                |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,91                       | 1,01                       | 1,90                     | 2,01                                |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                  | 0,75                       | 0,82                       | 1,55                     | 1,64                                |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |                                                                                                  | 1,29                       | 1,42                       | 2,68                     | 2,84                                |

\*Феностадії за шкалою ВВСН (дод. В). Фактор А – гідротермічні умови періоду досліджень.





**Рисунок 3.17 а – Рослини ріпаку озимого Домінатор у фенологічну фазу початку цвітіння (ВВСН 63), 2024 рік**

*Примітка. Рослина зліва – з варіанту на фоні базового основного блоку удобрення на фоні рістрегуляції без внесення мікродобрив (комбінація факторів  $B_1C_2D_1$ ), рослина справа – з варіанту поліпшеного блоку основного удобрення з ріст регуляцією без застосування мікродобрив (комбінація факторів  $B_2C_2D_1$ )*



**Рисунок 3.17 б – Висота гібридів ріпаку озимого на період збирання на варіантах комбінації поліпшеного блоку основного удобрення ( $B_2$ ) при застосуванні ріст регуляторів ( $C_2$ ) та двох обробок мікродобривами ( $D_4$ )**

*Примітка. Зліва – гібрид Абсолют, справа – гібрид Домінатор (висота аспіранта на лівому фото 178 см, довжина розмірної лінійки на правому фото 1 м), 2024 рік*

Для гібриду Абсолют (табл. 3.8) за подібної тенденції формування показника у розрізі зазначених варіантів аналогічні прирости були на рівні 7,8, 7,2, 2,06 та 2,8 см відповідно. При цьому загальна висота рослин гібриду Абсолют була вищою на кінцеву дату обліку в середньому по досліді на 3,2 см з вищим на 8,6% та 6,8% середніми приростами висот для варіантів  $B_1$  та  $B_2$  відповідно. Такий характер формування показника повністю узгоджується з вищими темпами лінійного розвитку стебла, характерними для більш пізньостиглих гібридів [74], враховуючи належність гібриду Абсолют до середньостиглої групи, а гібриду Домінатор до середньоранньої. Таким чином, ефективність поліпшеного варіанту основного блоку удобрення ( $B_2$ ) за внесення КАС 32, які містить одночасно три форми діючої речовини азоту (амонійна, нітратна та азотна) була істотно ефективніша у формуванні висота стебла на кінцеву дату обліку, ніж застосування карбаміду (100% амідна форма азоту) у співставленні варіантів без застосування рістрегуляторів з приростом на рівні 5,91%, а для варіанті із застосуванням рістрегуляції на рівні 7,93%. Такі результати підтверджуються також висновками щодо позитивної дії саме КАС у формуванні загальної морфоструктури надземної маси ріпаку озимого у співставленні до одинарних чи бінарних форм азотних добрив [131, 141].

Вплив рістрегуляторів відмічено з орієнтацією на фазу їх застосування вже розпочинаючи із фази бутонізації для обох гібридів. У співставленні варіантів без їх примінення (варіант  $C_1$ ) та за їх комплексного використання у період саме періоду весняно-літньої вегетації ріпаку озимого (варіант  $C_2$ ) відмічено стале зниження формування висоти рослин зі зростаючим акумулятивним характером у розрізі облікових фенологічних фаз. Так, у гібриду Домінатор на варіанті  $C_2$  на фазу стеблуння показник був на 2 см меншим, а на фазу бутонізації на 6,2 см меншим, на фазу цвітіння на 16 см меншим та на фазу воскової стиглості на 10,4 см нижчим. Аналогічна динаміка була відмічена і для гібриду Абсолют де згадуваний ряд послідовної редукції був у значенні: 2,4 см, 3,9 см, 14,7 см та 11,9 см відповідно.

Таблиця 3.8

**Динаміка висоти стебла гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від факторів досліду (середнє за 2022–2025 рр.), см**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                            | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Позакорєнєвє підживлєння<br>(D)                                                                  | Висота рослин в фазу*:      |                             |                          |                                      |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------|
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | стеблєваннє<br>(ВВСН 35–37) | бутонїзація<br>(ВВСН 52–54) | цвітіннє (ВВСН<br>63–65) | воскова<br>стиглість<br>(ВВСН 83–85) |       |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> | Контроль без<br>обробки (С <sub>1</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Без підживлєння (D <sub>1</sub> )                                                                | 29,8                        | 51,9                        | 115,7                    | 137,6                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) +<br>ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )           | 31,1                        | 56,2                        | 118,8                    | 141,5                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ<br>(3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 30,1                        | 52,2                        | 121,5                    | 145,7                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                          | 31,3                        | 55,7                        | 124,3                    | 148,5                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (С <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                                               | D <sub>1</sub>                                                                                   | 28,7                        | 48,2                        | 99,8                     | 122,2                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | D <sub>2</sub>                                                                                   | 28,9                        | 51,4                        | 103,5                    | 128,1                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | D <sub>3</sub>                                                                                   | 27,5                        | 48,6                        | 106,9                    | 133,5                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                   | 29,1                        | 51,7                        | 110,2                    | 138,3                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              | Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росафєрт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | С <sub>1</sub>                                                                                   | D <sub>1</sub>              | 38,2                        | 61,2                     | 124,8                                | 145,8 |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>2</sub>              | 40,9                        | 64,8                     | 127,8                                | 150,3 |
| D <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 38,8                        | 61,6                        | 131,4                    | 154,3                                |       |
| D <sub>4</sub>                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 41,1                        | 64,5                        | 135,3                    | 156,8                                |       |
| С <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                   | 36,5                        | 57,3                        | 109,7                    | 132,2                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | D <sub>2</sub>                                                                                   | 37,5                        | 60,9                        | 113,6                    | 138,5                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | D <sub>3</sub>                                                                                   | 36,4                        | 57,7                        | 117,2                    | 143,5                                |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                   | 37,8                        | 61,3                        | 121,4                    | 149,3                                |       |
| НР <sub>05</sub> , см, для факторів дослїду та їх взаємодїї (на підставі додатків Ж. 5 – Ж. 8)                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  |                             |                             |                          |                                      |       |
| A                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,33                        | 0,45                        | 0,81                     | 0,77                                 |       |
| B                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,27                        | 0,37                        | 0,66                     | 0,63                                 |       |
| C                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,27                        | 0,37                        | 0,66                     | 0,63                                 |       |
| D                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,38                        | 0,52                        | 0,93                     | 0,89                                 |       |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,47                        | 0,64                        | 1,14                     | 1,09                                 |       |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,47                        | 0,64                        | 1,14                     | 1,09                                 |       |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,66                        | 0,90                        | 1,62                     | 1,54                                 |       |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,38                        | 0,52                        | 0,93                     | 0,89                                 |       |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,54                        | 0,74                        | 1,32                     | 1,26                                 |       |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,54                        | 0,74                        | 1,32                     | 1,26                                 |       |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,66                        | 0,90                        | 1,62                     | 1,54                                 |       |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,94                        | 1,28                        | 2,29                     | 2,18                                 |       |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,94                        | 1,28                        | 2,29                     | 2,18                                 |       |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 0,77                        | 1,04                        | 1,87                     | 1,78                                 |       |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | 1,33                        | 1,81                        | 3,24                     | 3,08                                 |       |

\*Фєностадїї за шкалою ВВСН (дод. В). Фактор А – гїдротермічні умови перїоду дослїджєнь.

Таким чином, у співставленні ефективності рістрегуляції за використання комбінації Карамба Турбо+Букат гібрид Домінатор мав фенотипічну вищу чутливість до морфокорекції, ніж гібрид Абсолют, що виражалася в середньому на 15,35% вищих темпах зниження висоти стебла. При цьому встановлено, що поліпшений варіант основного блоку удобрення ( $B_2$ ), за рахунок оптимізації умов мінерального живлення та забезпечення відмічених вище більш істотних темпів лінійного росту стебла сформував передумови для істотного зменшення редукуючого ефекту показника висоти стебла у співставленні до варіанту без застосування ріст регуляторів. Так, у співставленні варіанту з рістрегуляцією ( $C_2$ ) на фоні базового блоку основного удобрення ( $B_1$ ) та аналогічного показника на варіанті з ріст регуляцією ( $C_2$ ) на поліпшеному блокові удобрення ( $B_2$ ) усереднене зниження висоти стебла в цілому по досліді було у значенні 10,8 та 8,8 см для гібриду Домінатор та 9,0 і 7,6 см у гібриду Абсолют.

Враховуючи зафіксований впливу на висоту стебла вже у фазу стеблуння, хоч і з мінімальним, у ряду динаміки ефектом, слід відмітити пролонгований ефект дії рістрегуляторів за рахунок їх осіннього періоду використання з врахуванням впливу на загальну морфометрію рослин на стадії сформованої розетки (ВВСН 16–18) та формування передумов до зміни векторів ростових процесів лінійного та радіального характеру за рахунок впливу діючих речовин рістрегуляторів. Отримані результати можна пояснити з позиції фізіологічної дії на рослини комбінації вивчаємих препаратів Карамба Турбо та Букат. Така комбінація препаратів при застосуванні одночасно трьох діючих речовин Метконазол (30 г/л), який інгібує синтез гіберелінів, Мепікват-хлорид (210 г/л) який суттєво знижує видовження клітин у вегетативних центрах росту, сприяє кращому розвитку та галуженню кореневої системи та тебуконазол (500 г/л) рістрегулятор з яскравою фунгіцидною дією, який доповнює інтенсивну ріст регулятивну функцію Карамба Турбо на зниження ступеня видовження клітин, вкорочення довжини стебла та потовщення кореневої шийки з формуванням компактної (приземленої) архітектоніки рослин озимого ріпаку (рис. 3.18).



*Рисунок 3.18. – Розвиток рослин гібридів ріпаку озимого на фазу початку бутонізації (BVSН 48–50) (позиція зліва гібрид Домінатор, справа – гібрид Абсолют (на кожному фото рослина зліва варіант без застосування ріст регуляторів Карамба Турбо та Букат (комбінація факторів дослідів  $B_2C_1$ ), рослина справа – при застосуванні рістрегуляторів ( $B_2C_2$ )), 2024 рік.*

Згідно представленого рисунку рослини за весняного використання комбінації Карамба Турбо та Букат ( $C_2$ ) у співставленні до контрольного варіанту ріст регуляції у досліді ( $C_1$ ) формують рослини з більш інтенсивним розвитком фолійної частини у зоні 1–3 міжвузлів стебла, помітно більшого діаметра стебла та більш інтенсивним початковим бічним галушенням. При цьому слід відмітити й різницю у загальній морфометрії розвитку кореневої системи – істотно вище бічне галушення було характерним саме для варіанту при поєднанні факторів  $B_2C_2$  для осінньо-літнього циклу вегетації рослин. Для кращої візуалізації визначені морфометричні відмінності рослин відмічено зональним відділенням у формі концентричних червоних та синіх сферичних зон.



Позитивний вплив на висоту стебла відмічено і за використання мікродобрив у форматі позакореневих підживлень (варіанти досліду  $D_1$ – $D_4$ ) з виявленим характером впливу залежно від термінів їх застосування у розрізі феностадійного розвитку рослин. Визначений приріст висоти стебла до контрольного варіанту без позакореневих підживлень ( $D_1$ ) в абсолютних величинах для варіанту підживлення Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) ( $D_2$ ) у міжфазний період формування 2–3 міжвузлів стебла (ВВСН 31–34) становив у гібрида Домінатор 1,8 см на фазу стеблуння, 3,3 см на фазу бутонізації, 4,3 см на фазу цвітіння та 6,8 см на фазу воскової стиглості. Аналогічні показники для гібриду Абсолют становили послідовно для тих же фенофаз 1,3 см, 3,7 см, 3,4 см та 5,2 см відповідно.

У варіанті зміщення даного варіанту застосування мікродобрив на початок бутонізації (ВВСН 51–53) статистично істотні прирости висоти стебла відмічено розпочинаючи лише з фенофази цвітіння у значенні 7,4 см для гібриду Домінатор та 6,8 см для гібриду Абсолют з подальшим зростанням прирістного ефекту до 10,1 см та 9,8 см відповідно до фази воскової стиглості. Максимальні ж прирости стебла було досягнуто за бінарної системи застосування позакореневих підживлень для обох гібридів ріпаку озимого із усередненими приростами по гібридах на рівні 1,6 см на фенологічну фазу стеблуння, 3,5 см на фенологічну фазу бутонізації, 10,2 см на фенологічну фазу цвітіння та 14,7 см на період воскової стиглості. У підсумку, приріст висоти стебла, при максимальному її значенні у варіанті підживлення  $D_4$  для гібриду Домінатор був 11,9%, а для гібриду Абсолют 10,2%.

З огляду на отримані результати ефективності позакореневих підживлень, слід зробити ряд узагальнень. По-перше, ефективність корекції росту стебла є вищою для гібриду більш скоростиглого незважаючи на переваги більш пізньостиглих генотипів у фіксації загального показника висоти стебла, що узгоджується із результатами вивчення різних схем застосування мікродобрив за вирощування гібридів ріпаку озимого різних строків дозрівання [259, 263]. При цьому більш істотний результат буде вищий як за внесення мікродобрив за

наближеністю до рубіжної фіксації стадії дозрівання, так і за поєднання не менш як двох комбінацій мікродобрив із віддаленістю в 1–2 феностадії.

Вказані висновки позитивно узгоджуються із результатами оцінки величини приростів висоти стебла за відповідні міжфазні періоди (рис. 3.19). Визначено, що динаміка приростів висоти стебла для обох гібридів ріпаку озимого мала істотні відмінності у розрізі основних міжфазних періодів обліку. Максимальні прирости було відмічено за міжфазний інтервал бутонізація–цвітіння – в інтервалі 2,12–2,64 см/добу залежно від варіанту досліду для гібриду Домінатор та 2,17–2,78 см/добу для гібриду Абсолют. Мінімальні прирости було відмічено для міжфазного періоду цвітіння–воскова стиглість для тих же гібридів у значенні 0,51–0,69 см/добу та 0,64–1,00 см/добу. Такий характер цілком відповідає фізіологічним аспектам темпів росту стебла для гібридів різних груп стиглості [188]. Щодо впливу на даний показник досліджуваних факторів, то застосування поліпшеного варіанту основного блоку удобрення (фактор B<sub>2</sub>) забезпечило більш високі темпи приростів. Усереднено за співставлення даних варіантів досліду для гібриду Домінатор поліпшеного блоку основного удобрення забезпечив у відносному виразі на 8,9% вищі темпи ростових процесів, а у гібриду Абсолют – на 10,7%.

Потрібно зазначити специфічний характер динаміки формування показника висоти стебла на варіантах застосування рістрегуляторів, що в цілому відповідає описаним вище механізмам їх дії на рослини ріпаку озимого. Так, у випадку гібрида Домінатор застосування комбінації Карамба Турбо+Букат забезпечило загальне зниження середньодобових приростів стебла у відносному значенні на 2,7% за міжфазний період стеблування–бутонізація, на 5,3% за міжфазний період бутонізація–цвітіння та, навпаки істотне зростання на 16,6% даного показника за міжфазний період цвітіння–воскова стиглість.

Для гібриду Абсолют було отримано аналогічний характер формування середньодобових приростів стебла з таким характером: редукція на 9,6% та 6,0% для перших двох міжфазних періодів та зростання на 27,3% для останнього.

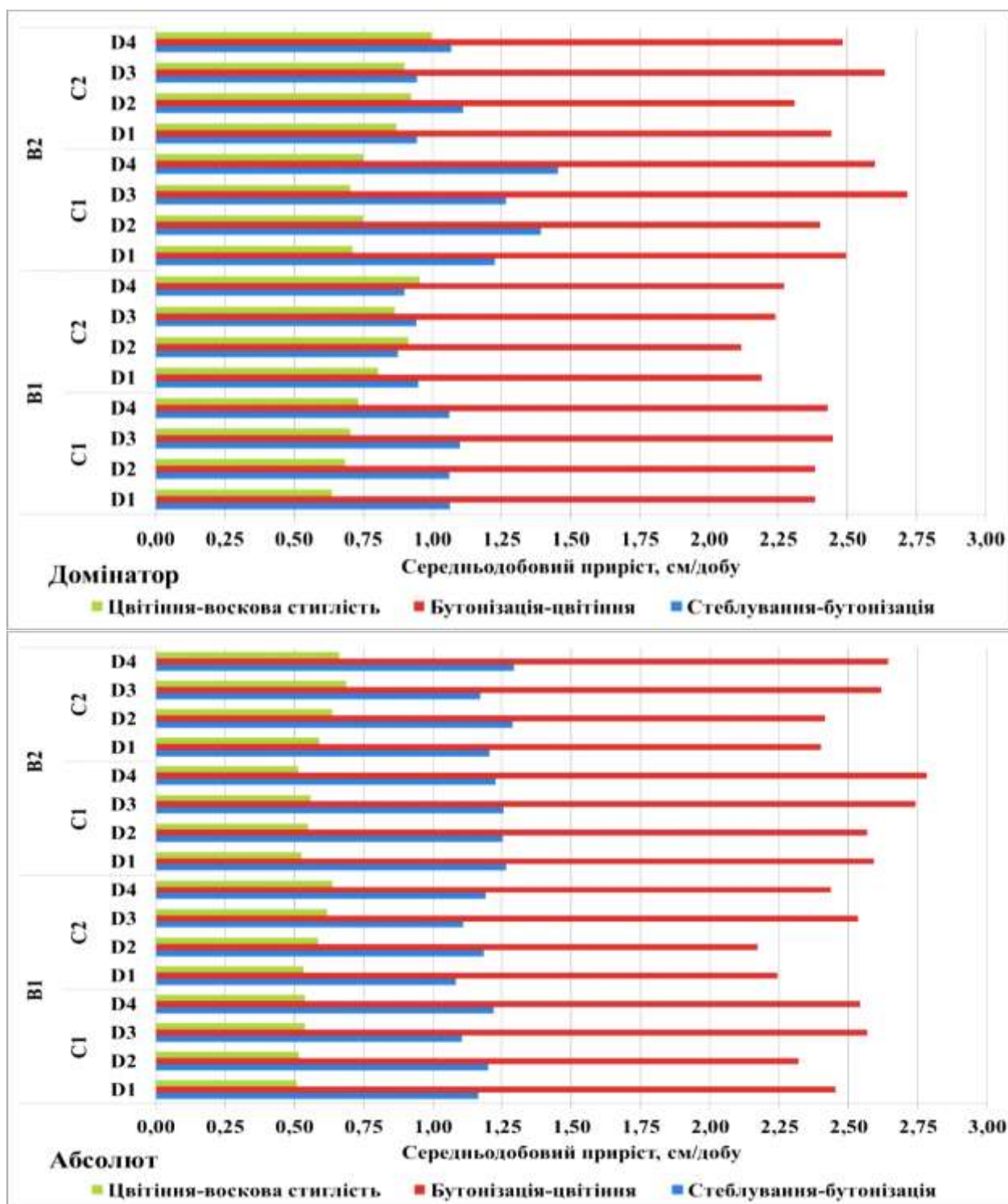


**Рисунок 3.19 – Середньодобові прирости висоти стебла у гібридів ріпаку озимого залежно від досліджуваних варіантів, см/добу (середнє за три вегетаційних періоди 2022–2025 рр.)**

*Примітка. НІР<sub>05</sub> (загальна для взаємодії всіх факторів на підставі додатків II.1 – II.6) для гібриду Домінатор для періодів: стеблування–бутонізація 0,08, бутонізація–цвітіння 0,18, цвітіння–воскова стиглість 0,06. Для гібриду Абсолют аналогічні показники: 0,11, 0,12 та 0,09 відповідно*

На підставі такої динаміки можна стверджувати, що весняне застосування рістрегуляторів у період активного росту стебла зміщує динамізм даного процесу на більш пізні феностадійні періоди. При цьому відбувається умовна резервація потенціалу росту стебла з частковим вирівнюванням показника у період останніх фенофаз розвитку ріпаку озимого.

Встановлено також позитивний вплив застосованих мікродобрив на динаміку середньодобового приросту стебла гібридів ріпаку озимого. Максимальні темпи приросту усереднено по комплексу варіантів дослідів було отримано за бінарного застосування мікродобрив (варіант дослідів  $D_4$ ) у порівнянні з контролем (варіант  $D_1$ ), в цілому значення приростів було на 8,9% вищим на фоні базового блоку основного удобрення ( $B_1$ ) та на 11,7% вищим на фоні поліпшеного блоку основного удобрення ( $B_2$ ). Загалом по досліді за співставлення кардинально віддалених варіантів схеми за рівнем інтенсифікації факторів ( $B_2C_2D_4$  до  $B_1C_1D_1$ ) середній приріст висоти стебла у динаміці був на 16,3% вищим для гібриду Домінатор та на 20,4% вищим для гібриду Абсолют.

Зроблений вище аналіз було підтверджено і результатами факторної оцінки частки факторів на формування висоти стебла (дод. Ж.9–Ж.10). Визначено, що за результатами усередненого підсумку формування показника висоти стебла у гібриду Домінатор на 34,9% визначається гідротермічними умовами періоду вегетації (умови року – чинник А), на 17,2% чинником варіантів основного блоку удобрення (В), на 23,7% чинником ріст регуляції (С) та на 11,4% чинником позакоренових підживлень (D). Для гібриду Абсолют вказані показники були у значенні 28,6%, 14,3%, 20,8% та 9,4% відповідно. З факторів взаємодії слід відмітити комбінацію чинників АВ в інтервалі для гібридів 1,7–3,4% впливу, АС – 2,1–6,0% впливу, АД – 0,8–2,9% впливу, АВС – 1,5–4,2% впливу, ABD – 1,0–1,5% впливу, ABCD – 0,6–3,7% впливу.

На фоні відносно сталої частки гідротермічних умов сезону вегетації визначено поступове зниження частки впливу чинника В за наростання чинників С та D. При цьому на кінець облікового періоду частка впливу чинника ріст регуляції в обох гібридів ріпаку озимого була максимальною і

наближалась до рівня частки впливу умов року. Враховуючи, що частка впливу умов року у реалізації висоти стебла в гібриду Домінатор була на 6,3% вищою, ніж у гібриду Абсолют. Чутливість Домінатора до зміни гідротерміки року була суттєво вищою, що позитивно співвідноситься з вищим рівнем реакції більш ранньостиглих генотипів у реакції ростових процесів на зміну погодніх умов.

Важливим у плані оцінки загальної вегетативної морфометрії гібридів ріпаку озимого є діаметр стебла в його основі. З'ясовано, що даний показник позитивно корелює як зі стійкістю генотипів до стеблового вилягання, так і з загальною продуктивністю рослин, враховуючи визначені внутрішні високі прямі кореляції даного показника з такими параметрами, як загальна кількість продуктивних бічних галузень, репродуктивне зусилля, загальна кількість стручків тощо [248, 256, 261].

За результатами обліку показника діаметра стебла в основі на фенофазу повного формування стручків (ВВСН 77–79), яка відповідає фактично завершенню процесу діаметрального потовщення стебла в ріпаку озимого [99, 163] визначено диференційований вплив досліджуваних чинників на формування даного показника (рис. 3.20–3.21). Так, оптимізація основного блоку удобрення у співставленні факторів  $B_2$  та  $B_1$  усереднено по двох інших чинниках С та D забезпечила зростання показника у відносному порівнянні на 9,4% у гібриду Домінатор та 10,4% у гібрида Абсолют.

Застосування рістрегулюючих компонентів у весняно-літній період вегетації ріпаку озимого (чинник С) забезпечило також приріст показника у відносному співставленні на рівні 13,5% у гібриду Домінатор та 14,7% у гібриду Абсолют. При цьому вплив потовщення стебла на фоні поліпшеного блоку основного удобрення ( $B_2$ ) було вищим, ніж на фоні базового блоку основного удобрення ( $B_1$ ) з індексом росту у значенні 1,07.

Вплив системи позакореневих підживлень також мало позитивний ефект на формування показника. Ефективність одноразового застосування мікродобрив у фазу стеблування (варіант  $D_1$ ) та у фазу бутонізації (варіант  $D_2$ ) було істотно відмінним за значенням.

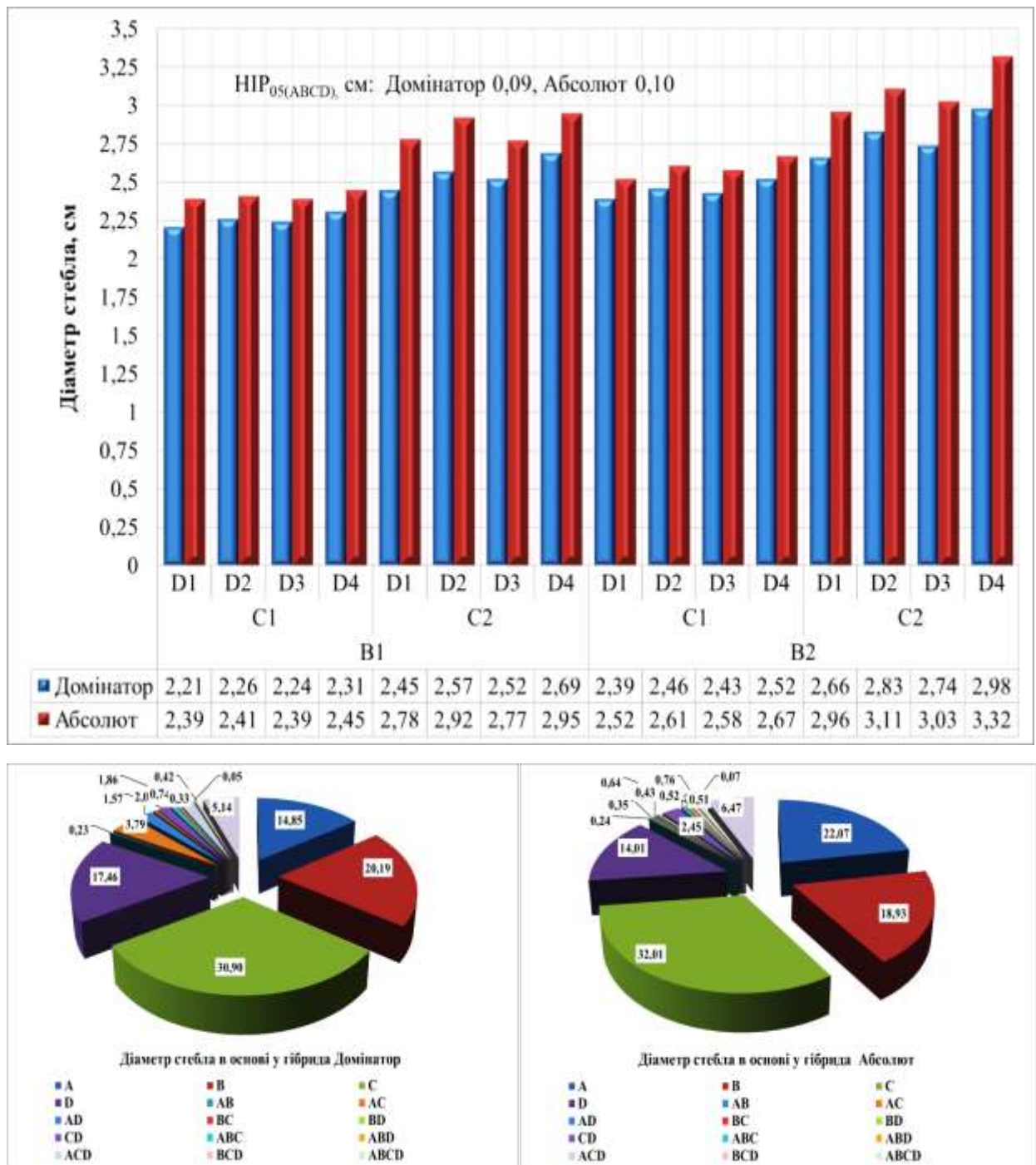


Рисунок 3.20 – Діаметр стебла в основі у гібридів ріпаку озимого на фенофазу повного формування стручків (ВВСН 77–79) залежно від варіантів досліду (верхня позиція) у комплексі з часткою впливу факторів (нижня позиція на підставі Додатків К.1–К.2) (середнє за 2022–2025 рр.)

Примітка. А – фактор гідротермічних умов року, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> – базовий та поліпшений блок основного удобрення; С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> – варіанти застосування ріст регулюючих речовин; D<sub>1</sub>–D<sub>4</sub> – варіанти застосування позакоренових підживлень (повна деталізація див. табл. 2.3)

Так, у гібриду ріпаку озимого Домінатор приріст діаметра стебла в основі був у відносному виразі був на рівні 6,0% у варіанті D<sub>1</sub>. Для гібриду Абсолют аналогічний показник становив 4,0%. Для варіанту застосування мікродобрив D<sub>3</sub> аналогічні прирости становили 2,1% та 2,9% відповідно.



**Рисунок 3.21 – Вимірювання діаметру стебла в основі у гібриду Абсолют на варіанті застосування поліпшеного основного блоку удобрення (чинник B<sub>2</sub> за двохразового застосування рістрегулюючих речовин (чинник C<sub>2</sub>) та комбінації із двохразового застосування мікродобрив по вегетації (чинник D<sub>4</sub>), 2023 рік**

Максимальні прирости отримано у варіанті комбінованого використання позакоренових підживлень з приростом на рівні 9,3% та 8,2% відповідно. Специфічність прояву приросту за комбінованого застосування мікродобрив з меншим значенням у випадку гібриду Абсолют підтверджує наші попередні висновки про різну ресурсну ємність гібридів ріпаку озимого різної групи стиглості, зокрема нижчу чутливість більш пізньостиглих гібридів за оптимізації мікроелементного їх живлення у більш пізні етапи фенологічного розвитку після феностаді цвітіння. На це вказано у ряді монографічних досліджень по ріпаку озимому [55, 59, 63, 68], а також підтверджується результатами частки фактора підживлення (D) (рис. 3.22). Зокрема, для гібриду Домінатор частка впливу даного фактора у середньому за період досліджень



становила 17,41%, а у гібриду Абсолют 14,91% за сумарної частки взаємодії з головним компонентом D 6,24% та 5,26% відповідно. Слід відмітити й досить вагому частку впливу комплексної взаємодії чинників досліду у поєднанні BCD на рівні 5,14–6,47% залежно від гібрида, що додатково вказує на позитивну комплексну дію оптимізації технології вирощування ріпаку озимого за поєднання фонових живлення, рістрегуляторів та позакореневих підживлень.

У продовження аналізу впливу факторів досліду на даний показник встановлено низьку детермінуючу функцію у реалізації показники умов року – у середньому по гібридах 18,5%, що вказує на генотиповий характер формування ознаки, що підтверджується дослідженнями біології та фізіології рослин ріпаку [68]. При цьому на частку рістрегуляції припадає 31,5%, що є максимальним у факторій системі досліду. Це також позитивно співвідноситься з результатами впливу ретардантних компонентів на діаметральний ріст стебла у значенні приростів до контролю на рівні від 8 до 12% за частки фактора у дисперсійній схемі на рівні від 22 до 41%. Такий характер впливу узгоджується з результатами портфолійної характеристики застосованого рістрегулятора «Карамба Турбо», який зумовлює потовщення стебла [290]. Слід зауважити, що дія рістрегуляторів була істотно посилена за рахунок оптимізації основного блоку удобрення – частка цього фактора 19,96%.

За останні роки наголошується, що компенсаторні властивості гібридів ріпаку озимого, які формують преференції їх культивування за меншої густоти стояння, а також знижують ризики втрати врожаю за делімінації продуктивності головного стебла – є бажаними в оцінці оптимальності застосованих технологій вирощування ріпаку озимого на будь-які цілі [68]. Враховуючи важливість цього питання, його було досліджено з у розрізі варіантів досліду (рис. 3.22). За результатами оцінки впливу факторів досліду доведена перевага поліпшеного варіанту основного блоку удобрення з позиції застосування КАС 32 (B<sub>2</sub>) у ранньовесняне внесення, який у порівнянні до базового варіанту основного блоку удобрення (B<sub>1</sub>) забезпечив приріст кількості галузень у значенні 2,2 додаткових галузень (26,2%) у гібриду Домінатор та 1,9 додаткових галузень (21,6%) у гібриду Абсолют.



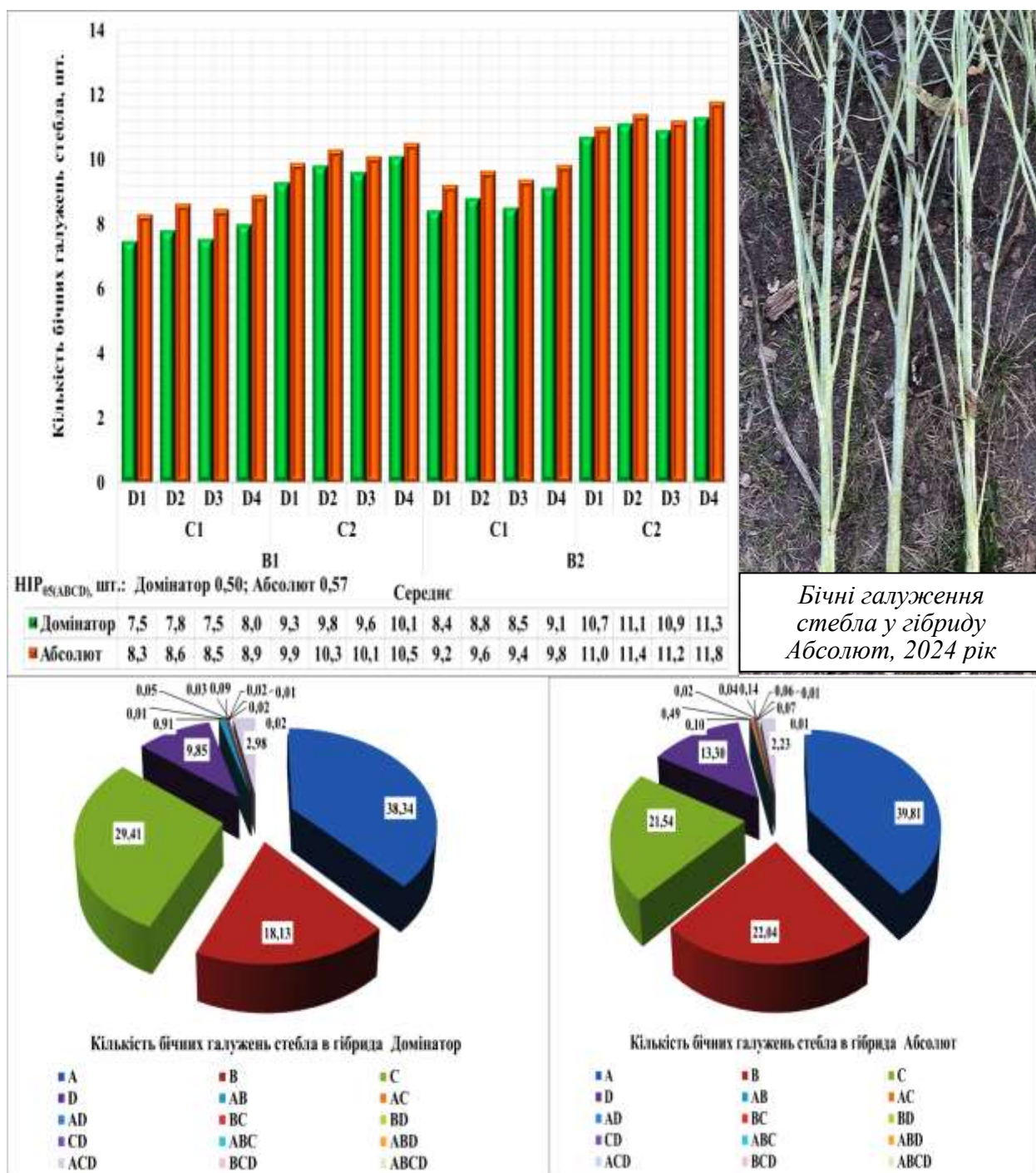


**Рисунок 3.22 – Кількість галузень стебла в гібридів ріпаку озимого на фенофазу повного формування стручків (BVCH 77–79) залежно від варіантів досліду (верхня позиція) у комплексі з часткою впливу факторів (нижня позиція на підставі Додатків Л.1–Л.2) (середнє за 2022–2025 рр.)**

*Примітка. А – фактор гідротермічних умов року, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> – базовий та поліпшений блок основного удобрення; С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> – варіанти застосування рістрегулюючих речовин; D<sub>1</sub>–D<sub>4</sub> – варіанти застосування позакоренових підживлень (повна деталізація див. табл. 2.3))*

Відмічено приріст показника при застосуванні рістрегуляторів в весняний період вегетації ріпаку озимого в абсолютному показнику зростання у співставленні до варіанту без регуляції росту ( $C_1$ ) на рівні 27,9% у гібриду Домінатор та 19,2% у гібриду Абсолют.

Застосування системи позакореневих підживлень з позиції формування даного показника мало максимальний прирістний ефект за комбінованого застосування мікродобрив (варіант  $D_4$ ) з приростом до контролю на рівні 7,2 та 6,8% відповідно для гібридів Домінатор та Абсолют.

У підсумку, максимальне значення бічних галузень стебла для обох гібридів ріпаку озимого було відмічено у варіанті максимального поєднання факторів досліду: застосування поліпшеного блоку основного удобрення, використання ріст регуляції та подвійного застосунку позакореневих підживлень, з коефіцієнтом приросту до варіанту з мінімальною комбінацією чинників 1,51 для гібриду Домінатор та 1,42 для гібриду Абсолют.

Враховуючи типологічну модель дії рістрегулятора Карамба Турбо на розвиток та просторову морфометрію бічних галузень стебла (рис. 3.25) слід відмітити, що гібрид Домінатор виявився більш відповідним такому моделюванню, ніж гібрид Абсолют. Це, з огляду на виявлену специфіку ріст регуляції на генотипах різної скоростиглості [59] дало нам підстави зробити висновок, що внаслідок зміщення основних акцентів росту на період цвітіння—формування плодоеlementів у більш пізньостиглих форм ріпаку озимого у співставленні до ранньостиглих форм дія Карамба Турбо на генотипи середньостиглої групи буде менш інтенсивною за дозування нижче 1,4 л/га, або ж за умови його внесення у період початку формування вузлів стебла. З цих причин застосована комбінація Карамба Турбо + Букат за збереження її морфокоректуючої ефективності на більш пізньостиглих гібридах може прогнозовано сформувати умови зниження висотної тропачії бічних галузень. Тобто реалізація ідеальної моделі близько висотного розміщення бічних галузень (рис. 3.23), що сформує передумови для одночасного цвітіння, а, в

подальшому, і для одночасного дозрівання стручків і насіння буде менш вираженою для більш пізньостиглих форм ріпаку озимого.

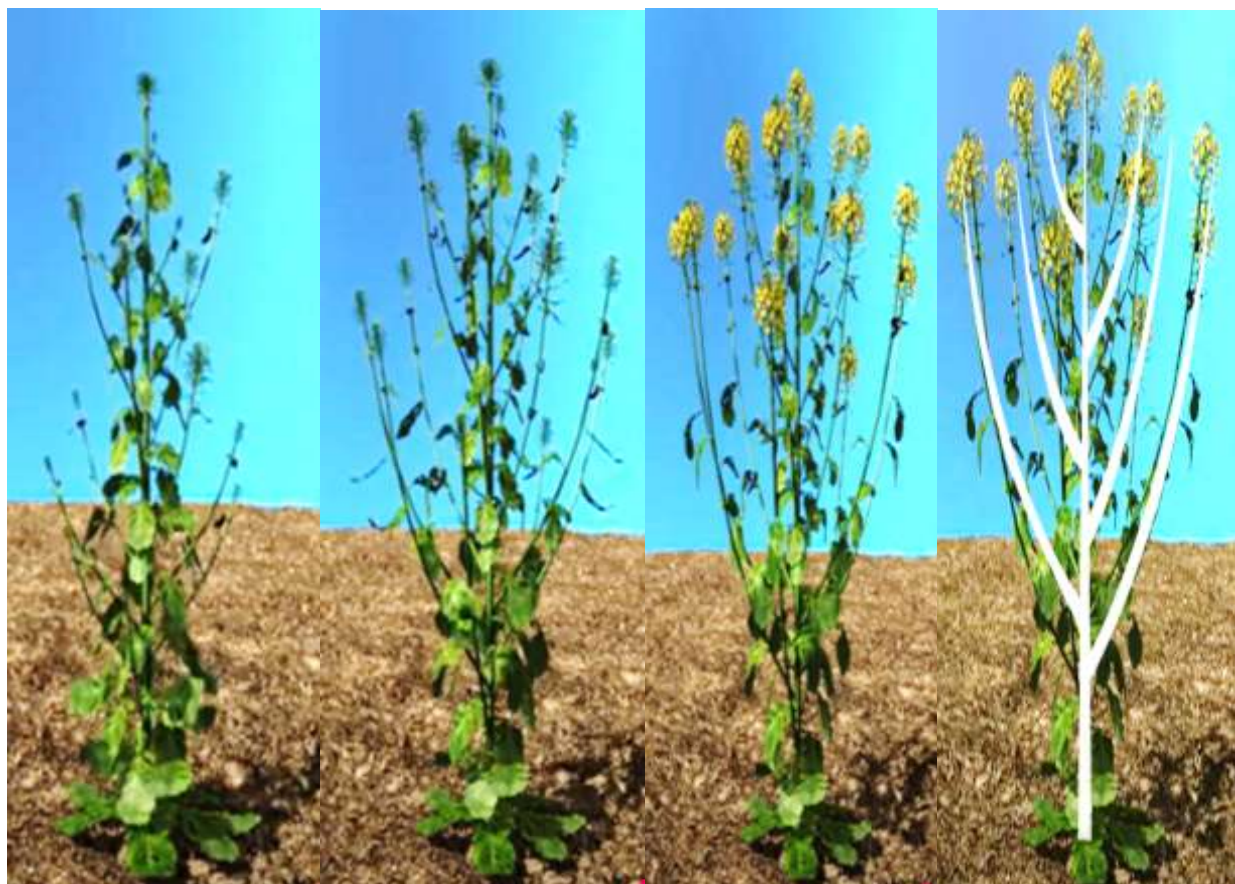


**Рисунок 3.23 – Морфометрична модель дії комбінації Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) на формування структури та тропачії бічних стеблових галузень рослин ріпаку озимого за весняного строку обробки до феностадії стеблуння (ВВСН 30–39) (адаптована на підставі [290])**

Слід також зауважити, що структура впливу факторів на даний показник продемонструвала високу частку понад 30% впливу гідротермічних параметрів вегетації рослин ріпаку озимого (умови року, чинник А). Враховуючи при цьому, що частка суми факторів оптимізації у формі головного однокомпонентного виразу для гібридів знаходилась у межах 55–57% сумарного впливу – правильним поєднанням чинників фонових живлення, ріст регуляції та позакоренових підживлень можна ефективного

корегувати процес формування бічних галузень за схеми сівби з міжряддям 35 см та густотою стояння 300–500 тис. рослин/га.

З позиції мінімальної частки у факторній системі чинника застосування позакореневих підживлень (9,85% у гібриду Домінатор та 13,30% у гібриду Абсолют) – застосування мікродобрив у застосованій схемі прогнозовано направлене саме на корекцію вирівнювання аспектів цвітіння та плодоношення сформованих бічних галузень стебла. Це підтверджено вищим значенням цього фактора на 3,45% у гібриду Абсолют, який продемонстрував як більш пізньостиглий, вже згадувану специфічну реакцію на поєднання ріст регуляції за комбінації трьох діючих речовин рістстимулюючого характеру (Карамба Турбо +Букат).

У будь-якому разі загальна вегетативна та репродуктивна архітектоніка гібридів ріпаку озимого середньоранньої та середньостиглої груп буде істотно оптимізована за використання варіанту внесення трьох форм азоту в ранньовесняний період (у формі КАС 32, варіант В<sub>2</sub>) за використання бінарної ріст регуляції та коректуючого дворазового внесення мікродобрив з вмістом бору, сірки та молібдену у формі мікродобрива Розалік (В) (активатори ростових процесів стебла і фолійної частини) на стадії ініціації активного росту рослин після відновлення вегетації та коректую чого комплексного якісного характеру у формі Розасоль 18-18-18+МЕ на етапі формування репродуктивної частини рослин. Це наочно підтверджено і даними рис. 3.17.

Звичайно, що аналіз ростових процесів не був би повним без оцінки загальної біопродуктивності рослин в еквівалентному виразі виходу сухої речовини як головного чинника ефективності застосованих технологій вирощування ріпаку озимого [78]. Рівень накопичення сухої речовини в сумарному підсумку по облікових феностадіях для гібриду Домінатор становив інтервал від 1189–1853 г/м<sup>2</sup> залежно від варіанту (табл. 3.9), а для гібриду Абсолют – 1225–1756 г/м<sup>2</sup> (табл. 3.10).

Таблиця 3.9

**Динаміка нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від факторів досліді (середнє за 2022–2025 рр.), г/м<sup>2</sup>**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                         | Позакорєнєвє<br>підживлення<br>(D)                                                                    | Нагромаджєно сухої рєчєвини за фазу*: |                             |                             |                          |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                                       | розєтка<br>(ВВСН 16–18)               | стеблєвання<br>(ВВСН 35–37) | бугонїзєция<br>(ВВСН 52–54) | цвєтїння<br>(ВВСН 63–65) | повнє<br>формувєння<br>стручків<br>(ВВСН 77–79) |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Дїамєфєска 231<br>кг/га (131 кг/га пїд<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посївї)<br>ВВСН 20: карбамїд<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталєму<br>грунту вєсноє)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Кєнтрєль бєз обрєбєнки<br>(С <sub>1</sub> )                                                       | Бєз пїдживлення (D <sub>1</sub> )                                                                     | 73,9                                  | 117,1                       | 194,7                       | 323,4                    | 479,9                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 31–34: Розєлїк (В) (1<br>л/га) + ад'єувєнт Спрєй-Єйд<br>(0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )            | 73,9                                  | 117,4                       | 232,7                       | 379,5                    | 571,7                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 51–53: Розєсолє 18-18-<br>18+МЄ (3 кг/га) + ад'єувєнт<br>Спрєй-Єйд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 73,7                                  | 116,7                       | 206,1                       | 363,5                    | 549,9                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | Кємбїнация вєрїєнтїв D <sub>2</sub> та<br>D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                            | 74,2                                  | 117,2                       | 264,4                       | 408,5                    | 644,7                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамбє Турбє<br>(0,65 л/га) + Бєжєт<br>(0,35 л/га) (С <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                        | 86,0                                  | 121,4                       | 207,2                       | 342,9                    | 505,4                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                        | 86,2                                  | 122,2                       | 237,4                       | 398,5                    | 569,3                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                        | 85,1                                  | 121,1                       | 216,6                       | 381,1                    | 554,7                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                        | 86,3                                  | 122,2                       | 262,1                       | 438,8                    | 675,0                                           |
| Пєлїпшєний (В <sub>2</sub> ):<br>(Дїамєфєска +1S<br>(144 кг/га пїд<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Рєсєфєрт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посївї); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тїєсульфєт ємєнїє<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталєму<br>грунту вєсноє)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | С <sub>1</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                        | 86,6                                  | 136,3                       | 247,2                       | 352,7                    | 538,0                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                        | 86,7                                  | 137,1                       | 292,3                       | 422,1                    | 644,8                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                        | 86,3                                  | 135,8                       | 269,4                       | 366,6                    | 598,6                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                        | 86,5                                  | 136,9                       | 319,8                       | 481,5                    | 726,8                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | С <sub>2</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                        | 95,3                                  | 153,4                       | 265,3                       | 388,9                    | 601,0                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                        | 95,7                                  | 154,3                       | 309,5                       | 434,0                    | 700,6                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                        | 95,0                                  | 153,1                       | 280,5                       | 440,4                    | 668,4                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                        | 95,8                                  | 153,9                       | 336,1                       | 512,7                    | 754,2                                           |
| НП <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup> , для фєкторїв дослїдї та їх вєзємєдїї (на пїдставї дєдєтків М.1–М.5)                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                   |                                                                                                       |                                       |                             |                             |                          |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,22                                  | 0,14                        | 0,69                        | 3,93                     | 5,38                                            |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,18                                  | 0,11                        | 0,56                        | 3,21                     | 4,39                                            |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,18                                  | 0,11                        | 0,56                        | 3,21                     | 4,39                                            |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,25                                  | 0,16                        | 0,79                        | 4,54                     | 6,21                                            |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,31                                  | 0,20                        | 0,97                        | 5,56                     | 7,61                                            |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,31                                  | 0,20                        | 0,97                        | 5,56                     | 7,61                                            |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,44                                  | 0,28                        | 1,37                        | 7,86                     | 10,76                                           |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,25                                  | 0,16                        | 0,79                        | 4,54                     | 6,21                                            |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,36                                  | 0,23                        | 1,12                        | 6,42                     | 8,79                                            |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,36                                  | 0,23                        | 1,12                        | 6,42                     | 8,79                                            |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,44                                  | 0,28                        | 1,37                        | 7,86                     | 10,76                                           |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,62                                  | 0,39                        | 1,94                        | 11,12                    | 15,22                                           |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,62                                  | 0,39                        | 1,94                        | 11,12                    | 15,22                                           |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,51                                  | 0,32                        | 1,59                        | 9,08                     | 12,43                                           |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |                                                                                                       | 0,88                                  | 0,55                        | 2,75                        | 15,73                    | 21,53                                           |

\*Фєнєстєдїї за шкєлєє ВВСН (дєд. В). Фєктор A – гїдрєтєрмїчнї умєвї пєрїєдє дослїдєжєнь.

Такий рівень біопродуктивності рослин, виходячи з параметрів густоти стояння та ширини міжрядь, а також ґрунтово-кліматичної зони та з огляду на оцінку показника у різних наукових дослідженнях [55, 59, 63, 68], відповідав рівню продуктивності вище середнього показника, що прогнозовано гарантував реалізацію насінневої продуктивності рослин у значенні 3,5–4,5 т/га.

Встановлено позитивний вплив оптимізації основного блоку удобрення у співставленні варіантів досліду  $B_2/B_1$  причому з акумулятивним характером зростання для обох гібридів ріпаку озимого. Так, для гібриду Домінатор приріст виходу сухої речовини був 17,1 г/м<sup>2</sup> на фазу розетки, 28,0 г/м<sup>2</sup> на фазу стеблуння, 65,5 г/м<sup>2</sup> на фазу бутонізації, 56,1 г/м<sup>2</sup> на фазу цвітіння 92,5 г/м<sup>2</sup> на фазу повного формування стручків. Для гібриду Абсолют аналогічний ряд показників був 14,9 г/м<sup>2</sup>, 24,6 г/м<sup>2</sup>, 56,3 г/м<sup>2</sup>, 47,7 г/м<sup>2</sup> та 74,1 г/м<sup>2</sup> відповідно.

У результуючому підсумку, усереднений приріст виходу сухої речовини за співставлення застосованих варіантів основного блоку удобрення був у відносному виразі 21,6% для гібриду Домінатор та 20,0% для гібриду Абсолют.

Рістрегуляція також позитивно вплинула на вихід сухої речовини у зіставленні варіантів досліду  $C_1/C_2$  забезпечивши середній приріст по досліді на рівні 11,2% у гібриду Домінатор та 10,7% у гібриду Абсолют. При цьому максимальний прирістний ефект було відмічено у феностадію яка була наступною за феностадію застосування суміші Карамба Турбо +Букат у весняний період. В осінній період застосування рістрегуляторів в силу відміченого більш інтенсивного впливу діючих речовин характерний для періоду сходи–розетка мало максимальний прирістний ефект на рівні 15,2% для гібриду Домінатор та 14,1% для гібриду Абсолют.

Застосування позакореневих підживлень мало максимальний прирістний характер у співставленні варіантів комбінованого використання мікродобрив (варіант  $D_4$ ) та їх відсутність (варіант  $D_1$ ) з середнім приростом у відносному виразі 18,6% для гібриду Домінатор та 15,7% для гібриду Абсолют. У структурі загального впливу частка позакореневих підживлень була мінімальною у значенні 10,2% для гібриду Домінатор та 9,7% для гібриду Абсолют.



Таблиця 3.10

**Динаміка нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від факторів дослідів (середнє за 2022–2025 рр.), г/м<sup>2</sup>**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                         | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                   | Нагромаджено сухої речовини в фазу*: |                             |                             |                          |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                                      | розетка<br>(ВВСН 16–18)              | стеблукання<br>(ВВСН 35–37) | бутонізація<br>(ВВСН 52–54) | цвітіння<br>(ВВСН 63–65) | повне<br>формування<br>стручків<br>(ВВСН 77–79) |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки<br>(C <sub>1</sub> )                                                         | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                    | 64,3                                 | 103,1                       | 165,5                       | 374,9                    | 517,3                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )            | 64,3                                 | 103,2                       | 197,8                       | 422,5                    | 557,4                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 64,1                                 | 102,7                       | 175,2                       | 409,0                    | 539,9                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та<br>D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                           | 64,6                                 | 103,2                       | 199,7                       | 447,2                    | 615,7                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                       | 74,8                                 | 106,8                       | 176,1                       | 391,5                    | 537,7                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 75,0                                 | 107,5                       | 201,8                       | 438,7                    | 555,4                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 74,0                                 | 106,5                       | 184,1                       | 423,9                    | 543,8                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 75,1                                 | 107,2                       | 202,1                       | 473,0                    | 640,0                                           |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росафєрт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                       | 75,3                                 | 120,0                       | 210,1                       | 399,8                    | 530,4                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 75,4                                 | 120,7                       | 248,5                       | 458,8                    | 615,8                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 75,1                                 | 119,5                       | 229,0                       | 411,6                    | 578,9                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 75,7                                 | 119,6                       | 248,8                       | 509,3                    | 681,4                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                       | 82,9                                 | 135,0                       | 225,5                       | 430,6                    | 614,1                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 83,3                                 | 135,8                       | 263,0                       | 468,9                    | 660,5                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 82,7                                 | 134,9                       | 238,4                       | 474,4                    | 634,7                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 83,4                                 | 136,0                       | 263,4                       | 535,8                    | 737,9                                           |
| НІР <sub>05</sub> , г/м <sup>2</sup> , для факторів дослідів та їх взаємодії (на підставі додатків М.6–М.10)                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                   |                                                                                                      |                                      |                             |                             |                          |                                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,18                                 | 0,53                        | 0,82                        | 1,49                     | 3,21                                            |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,15                                 | 0,43                        | 0,67                        | 1,22                     | 2,62                                            |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,15                                 | 0,43                        | 0,67                        | 1,22                     | 2,62                                            |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,21                                 | 0,61                        | 0,95                        | 1,73                     | 3,71                                            |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,25                                 | 0,75                        | 1,17                        | 2,11                     | 4,54                                            |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,25                                 | 0,75                        | 1,17                        | 2,11                     | 4,54                                            |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,36                                 | 1,05                        | 1,65                        | 2,99                     | 6,42                                            |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,21                                 | 0,61                        | 0,95                        | 1,73                     | 3,71                                            |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,29                                 | 0,86                        | 1,35                        | 2,44                     | 5,25                                            |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,29                                 | 0,86                        | 1,35                        | 2,44                     | 5,25                                            |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,36                                 | 1,05                        | 1,65                        | 2,99                     | 6,42                                            |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,50                                 | 1,49                        | 2,33                        | 4,23                     | 9,09                                            |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,50                                 | 1,49                        | 2,33                        | 4,23                     | 9,09                                            |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,41                                 | 1,22                        | 1,90                        | 3,45                     | 7,42                                            |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,71                                 | 2,11                        | 3,30                        | 5,98                     | 12,85                                           |

\*Феностадії за шкалою ВВСН (дод. В). Фактор А – гідротермічні умови періоду досліджень.

Такий характер формування підсумкового показника у розрізі варіантів дослідів підтверджено результатами факторного аналізу у системі дисперсійної оцінки статистичної істотності середніх (дод. М.11–М.12). При цьому частка впливу факторів дослідів мала складну динаміку формування залежно від дати застосування фактора та пролонгованості його дії у взаємодії з комплексом факторів за схемою дослідів. У підсумку, у виразі середнього фактора схеми дослідів було розміщено у такому порядку зростання: для гібриду Домінатор D (частка впливу 12,4%) – С (16,1%) – В (22,3%) – А (фактор року 40,6%). Для гібриду Абсолют даний ряд мав наступний вигляд: D (12,8%) – С (17,4%) – В (21,5%) – А (38,8%).

Стосовно взаємодії факторів, то аналогічний усереднений ряд зростання впливу з оцінкою по всіх облікових феностадіях для гібриду Домінатор був CD (1,3%) – BC (1,7%) – AB (1,9%). Для гібриду Абсолют був CD (1,0%) – AC (1,1%) – BD (1,4%) – AB (1,9%) – BC (2,2%). Більш складна конфігурації частки впливу комбінацій факторів дослідів у гібриду Абсолют підтверджує раніше зроблені висновки щодо відмінностей в адаптивних механізмах ростових процесів гібридів ріпаку озимого різних груп стиглості.

У сумарній факторній системі сума впливу факторів оптимізації системи вирощування озимого ріпаку склала у гібриду Домінатор 54,6%, а у гібриду Абсолют – 56,4%. Цим доведена можливість ефективного коректування показники за системи їх виробничого впровадження і використання з метою підвищення біопродуктивності агроценозів ріпаку озимого середньоранньої та середньостиглої груп стиглості за їх біопродуктивністю в еквіваленті сухої речовини.

Враховуючи встановлену переважаючу частку впливу умов року на формування показника виходу сухої речовини (в одинарному виразі та комбінаціях взаємодії 45,4% у гібриду Домінатор та 43,6% у гібриду Абсолют) було додатково проведено регресійний аналіз залежності даного підсумкового показника від ряду параметрів погодних умов за відповідні періоди обліку відповідно до вказаних феностадій (табл. 3.11).



За результатами такої оцінки пряма залежність тісного характеру з рівнем детермінації 54,8% визначена для обох варіантів біопродуктивності агроценозу ріпаку озимого за кількістю опадів на період від сходів до повного формування стручків, середнього оберненого характеру з рівнем детермінації 30,3% за величиною середньодобової температури та прямим характером залежності з рівнем детермінації у значенні 33,8–41,7% з такими показниками, як індекс посушливості ( $I_{\text{п}}$ ), коефіцієнт зволоження ( $K_3$ ) та гідротермічний коефіцієнт (ГТК).

Таблиця 3.11

**Регресійні моделі виходу сухої речовини залежно від основних кліматичних параметрів за період сходи–формування стручків (усереднено для гібридів ріпаку озимого в єдиному масиві даних, 2022-2025 рр. ( $N = 384$ ))**

|                                      | Рівняння регресії                                                                                               |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Вихід сухої речовини ( $Y_1$ ), т/га | $Y_1 = -20,652 + 1,958X_5 + 0,0058X_1$<br>( $R_{\text{мн}} = 0,807$ , $R^2_{\text{adj}} = 0,723$ , $p < 0,01$ ) |
|                                      | $Y_1 = 15,658 - 1,742X_4 + 1,159X_2$<br>( $R_{\text{мн}} = 0,817$ , $R^2_{\text{adj}} = 0,694$ , $p < 0,01$ )   |

*\*Примітки: 1. Значення аргументів  $X$  за період сходи – повне формування стручків:  $X_1$  – сума опадів, мм;  $X_2$  – коефіцієнт зволоження ( $K_3$ );  $X_3$  – середня відносна вологість повітря, %;  $X_4$  – ГТК;  $X_5$  – середньодобова температура повітря, °C; 2.  $R_{\text{мн}}$  – коефіцієнт множинної кореляції,  $R^2_{\text{adj}}$  – скоректований коефіцієнт детермінації,  $p$  – інтервал статистичної значущості.*

Визначений диспаритет між тіснотою та напрямком зв'язку, між показниками суми опадів та середньодобової температури засвідчив важливість у системі досліджуваних технологічних факторів вирощування ріпаку озимого достатнього зволоження з рівнем вище 300 мм за період сходи–повне формування стручків при середньодобовій температурі на рівні вище 15,8 °C. Окреслений режим буде ідеальним за значеннями ГТК періоду та реалізації факторної направленості застосованих факторів досліджу.

Результати оцінки було поглиблено при застосуванні аналізу головних компонент з детермінацією факторної ваги і направленості кожного чинника факторної системи досліджу (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

**Складові аналізу головних компонент впливу застосованих варіантів оптимізації живлення та ріст регуляції на загальну біопродуктивність гібридів ріпаку озимого (за єдиним масивом даних для гібридів в період 2022–2025 рр. за процедурою нелінійної нормалізації компонент аналізу)**

| Облікові параметри                        | Принципова компонента 1 (PC1) | Принципова компонента 2 (PC2) | Принципова компонента 3 (PC3) | Спільність | Вагові коефіцієнти параметрів (w <sub>i</sub> у %) |
|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|----------------------------------------------------|
| Вихід сухої речовини, г/м <sup>2</sup>    | 0,973                         | 0,862                         | 0,259                         | 1,757      | 14,05                                              |
| Висота рослин, см                         | 0,824                         | 0,759                         | 0,539                         | 1,546      | 12,36                                              |
| Кількість бічних галузень, шт.            | 0,423                         | 0,681                         | 0,411                         | 0,812      | 6,49                                               |
| Товщина стінок стебла, мм                 | 0,166                         | 0,525                         | -0,491                        | 0,545      | 4,36                                               |
| Діаметр стебла, см                        | 0,580                         | 0,465                         | -0,277                        | 0,629      | 5,03                                               |
| Сума опадів, мм                           | 0,722                         | 0,689                         | 0,533                         | 1,280      | 10,24                                              |
| Середньодобова температура повітря, °С    | -0,678                        | -0,590                        | -0,531                        | 1,090      | 8,71                                               |
| Відносна вологість повітря, %             | 0,452                         | 0,353                         | 0,090                         | 0,337      | 2,69                                               |
| ГТК                                       | 0,662                         | 0,587                         | 0,454                         | 0,989      | 7,91                                               |
| Індекс посушливості                       | 0,656                         | 0,513                         | 0,403                         | 0,856      | 6,84                                               |
| Коефіцієнт зволоження                     | 0,659                         | 0,517                         | 0,329                         | 0,810      | 6,48                                               |
| Випаровуваність, мм                       | -0,425                        | -0,217                        | -0,105                        | 0,239      | 1,91                                               |
| Умовний коефіцієнт оптимізації технології | 0,872                         | 0,746                         | 0,548                         | 1,617      | 12,93                                              |
| <i>Власне номінальне значення</i>         | <i>5,044</i>                  | <i>2,879</i>                  | <i>1,725</i>                  | —          | —                                                  |
| <i>Частка дисперсії</i>                   | <i>38,803</i>                 | <i>22,149</i>                 | <i>19,266</i>                 | —          | —                                                  |
| <i>Кумулятивний рівень дисперсії</i>      | <i>38,803</i>                 | <i>60,951</i>                 | <i>80,217</i>                 | —          | —                                                  |

За результатами такої калькуляції загальна біопродуктивність ріпаку озимого, оцінена за ваговими коефіцієнтами параметрів, визначатиметься з часткою у 14,05% виходом сухої речовини з одиниці площі, часткою в 12,93% комбінуванням застосованих елементів технології оптимізації живлення та рістрегуляції агроценозів ріпаку озимого. Вага головних погодних компонентів (опадів та температура) склали разом ваговий еквівалент у 18,95%.

#### **3.4. Вплив застосованих варіантів оптимізації живлення та рістрегуляції на інфекційність агроценозів гібридів ріпаку озимого**

Як відмічалось раніше, застосовані у дослідженнях рістрегулятори мають подвійну природу як ріст коректори рослин ріпаку озимого, так і ефективні фунгіциди з високим рівнем біологічної ефективності проти комплексу хвороб ріпаку озимого [290]. Наголошується, що такі дуальні ретарданти дозволяють ефективно контролювати два важливих параметри у агроценозів ріпаку озимого вже починаючи з осіннього періоду вегетації – морфометрію рослин стійку до несприятливих чинників перезимівлі та гарантування зниження інфекційного фону та поширеності основних хвороб рослин в осінній період вегетації та у процесі перезимівлі [291]. При цьому відмічається, що хвороби є суттєвою загрозою для зниження ефективності як систем удобрення, так і відчутного зниження якості сформованого врожаю у ріпаку озимого, враховуючи певну латентність основних фітопатогенів хрестоцвітих видів рослин та інтенсивний вплив на жирно кислотний склад насіння та якість ріпакової олії [292, 293].

Слід зауважити також, що поширеність хвороб ріпаку озимого є особливо небезпечною за їх розвитку в осінній цикл ростових процесів, що створює реальні загрози для перезимівлі рослин та формує передумови до інтенсивного поширення фітопатогенів паралельно з динамічним наростанням темпів ростових процесів після відновлення вегетації культури [291, 294]. Ці тенденції є особливо небезпечні за умов переростання рослин ріпаку озимого в передзимовий період, протікання перезимівлі рослин за інтенсивного коливання

середньодобових температур на фоні безсніжжя. У підсумку це сприяє поширеності хвороб за відповідного їх розвитку вже в осінній період [291, 295].

У зв'язку із цими факторами важливим технологічним рішенням є поєднання заходів ріст регуляції із застосуванням фунгіцидів як в осінній, так і ранньовесняний період окремо, або ж в єдиному поєднаному комплексі [290].

З огляду на окреслену важливість проблеми комбінованого ефективного контролю хвороб ріпаку озимого за використання визначених ріст регуляторів, з вираженим фунгіцидним ефектом, якими є обрані для дослідження препарати Карамба Турбо та Букат за мету було поставлено завдання супутньої оцінки їх ефективності за бінарного використання як в осінній, так і у весняний періоди вегетації на фоні застосованої системи удобрення.

Оцінку ураженості хворобами було проведено в фазу цвітіння (ВВСН 63–65). Згідно з проведеною ідентифікацією було визначено 4 патогени з 5, що перебували у обліку. Загальний ступінь поширеності хвороб, відносився до ураження фолійної частини рослин середнього ступеня в цілому по комплексу патогенів в досліді при значенні цього показника 5,8% для гібриду Абсолют та 7,4% для гібриду Домінатор. Це дозволило ідентифікувати гібрид Абсолют як більш стійкий до комплексу поширених фітопатогенів. Стосовно потенційних загроз поширеності у досліді ідентифіковані хвороби гібридів ріпаку розміщено у такий ряд зростання: альтернаріоз – фомоз – склеротиніоз – пероноспороз.

Проведені обліки засвідчили високу ефективність застосування комбінації Карамба Турбо та Букату. Так у випадку гібриду ріпаку озимого Домінатор (табл. 3.13) встановлено позитивну роль всіх чинників оптимізації живлення та ріст регуляції на зниження ступеня ураженості рослин хворобами у фазу цвітіння. Визначено, що зміна основного блоку удобрення на варіант із застосуванням сірки нормою в сумі 30 кг/га на фоні застосування у ранньовесняний період трьох форм азоту у формі КАС 32 сформувало позитивні зрушення в редукції ураження основними хворобами ідентифікованими у результаті фітомоніторингу посівів.

Таблиця 3.13

**Ураженість хворобами рослин гібриду ріпаку озимого Домінатор за різних варіантів досліду в фазу цвітіння (ВВСН 63–65) (середнє за 2022–2025 рр.), %**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                         | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                                 | Візуальна ступінь ураження на підставі<br>секторного фолійного обліку в полі зору, % |                                                            |                                            |                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                                                    | Склеротоніоз<br>( <i>Sclerotinia</i><br><i>sclerotiorum</i> )                        | Пероноспороз<br>( <i>Peronospora</i><br><i>brassicae</i> ) | Фомоз<br>( <i>Phoma</i><br><i>lingam</i> ) | Альтернатіоз<br>( <i>Alternaria</i><br><i>brassicae</i> ) |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                            | Без підживлення<br>(D <sub>1</sub> )                                                                               | 8,91 ± 1,54 <sup>f</sup>                                                             | 9,93 ± 0,42 <sup>f</sup>                                   | 6,41 ± 0,88 <sup>h</sup>                   | 4,58 ± 0,22 <sup>g</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 31–34:<br>Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08<br>л/га) (D <sub>2</sub> )                    | 7,26 ± 1,39 <sup>d</sup>                                                             | 8,11 ± 0,28 <sup>e</sup>                                   | 5,89 ± 0,74 <sup>g</sup>                   | 4,02 ± 0,25 <sup>f</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 51–53:<br>Розасоль 18-18-<br>18+<br>МЕ (3 кг/га) +<br>ад'ювант Спрей-<br>Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 8,07 ± 1,18 <sup>e</sup>                                                             | 8,49 ± 0,51 <sup>e</sup>                                   | 5,19 ± 0,83 <sup>f</sup>                   | 3,82 ± 0,57 <sup>f</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | Комбінація<br>варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub><br>(D <sub>4</sub> )                                      | 7,34 ± 0,72 <sup>d</sup>                                                             | 7,91 ± 0,47 <sup>d</sup>                                   | 3,88 ± 0,75 <sup>e</sup>                   | 2,89 ± 0,42 <sup>d</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букаг<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                                     | 1,52 ± 1,07 <sup>b</sup>                                                             | 1,38 ± 0,23 <sup>c</sup>                                   | 1,69 ± 0,45                                | 0,67 ± 0,19 <sup>c</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                                     | 1,02 ± 0,74 <sup>a</sup>                                                             | 1,05 ± 0,27 <sup>c</sup>                                   | 1,14 ± 0,41 <sup>c</sup>                   | 0,57 ± 0,21 <sup>c</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                                     | 1,17 ± 0,62 <sup>a</sup>                                                             | 1,17 ± 0,33 <sup>c</sup>                                   | 1,02 ± 0,59 <sup>c</sup>                   | 0,51 ± 0,27 <sup>c</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                                     | 1,07 ± 0,63 <sup>a</sup>                                                             | 1,07 ± 0,28 <sup>c</sup>                                   | 0,85 ± 0,22 <sup>b</sup>                   | 0,38 ± 0,15 <sup>a</sup>                                  |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                                     | 7,12 ± 1,09 <sup>d</sup>                                                             | 8,56 ± 0,39 <sup>e</sup>                                   | 6,05 ± 0,91 <sup>g</sup>                   | 4,09 ± 0,31                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                                     | 6,55 ± 1,09 <sup>c</sup>                                                             | 7,52 ± 0,51 <sup>d</sup>                                   | 5,67 ± 0,84 <sup>g</sup>                   | 3,22 ± 0,52 <sup>e</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                                     | 6,87 ± 0,85 <sup>c</sup>                                                             | 8,15 ± 0,44 <sup>e</sup>                                   | 5,44 ± 0,82 <sup>f</sup>                   | 3,02 ± 0,56 <sup>e</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                                     | 6,63 ± 0,88 <sup>c</sup>                                                             | 7,71 ± 0,47 <sup>d</sup>                                   | 5,12 ± 0,72 <sup>f</sup>                   | 2,84 ± 0,38 <sup>d</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                                     | 1,53 ± 1,37 <sup>b</sup>                                                             | 1,14 ± 0,37 <sup>c</sup>                                   | 1,35 ± 0,27 <sup>d</sup>                   | 0,44 ± 0,17 <sup>b</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                                     | 1,21 ± 0,92 <sup>a</sup>                                                             | 0,85 ± 0,20 <sup>b</sup>                                   | 1,02 ± 0,15 <sup>c</sup>                   | 0,34 ± 0,08 <sup>a</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                                     | 1,59 ± 1,05 <sup>b</sup>                                                             | 0,81 ± 0,09 <sup>b</sup>                                   | 0,85 ± 0,15 <sup>b</sup>                   | 0,32 ± 0,05 <sup>a</sup>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                                     | 1,15 ± 0,58 <sup>a</sup>                                                             | 0,52 ± 0,11 <sup>a</sup>                                   | 0,64 ± 0,17 <sup>a</sup>                   | 0,30 ± 0,05 <sup>a</sup>                                  |

Примітка. Різні літери верхньої індексації позначають середні значення, які мають істотну статистичну різницю у міжваріантному співставленні для рівня значущості  $p < 0,05$ .

Відмічено в середньому по варіантах досліду у співставленні факторів  $V_2/V_1$  зниження в абсолютному виразі ураження склеротоніозом на 3,8%, пероноспорозом на 4,2%, фомозом на 2,1% та альтернаріозом на 2,0%. Дворазове застосування комбінації рістрегуляторів з вираженим фунгіцидним ефектом (Карамба Турбо +Букат) було найбільш ефективним серед чинників поставлених на вивчення та забезпечило зниження ураження рослин тими ж хворобами у такому значенні: 6,1%, 7,3%, 4,4% та 3,2%. Таке зниження забезпечило до контролю без рістрегуляції (варіант  $C_1$ ) біологічну їх ефективність у значенні: склеротиніоз 82,5%, пероноспорозом 88,0%, фомоз 80,4% та альтернаріоз 87,6%.

Застосування мікродобрив у позакореневе підживлення також мало знижувачий ефект на ступінь ураження рослин, проте мало істотно відмінний характер залежно від варіанту застосування мікродобрива. Так для варіанту внесення мікродобрива Розасоль (В) у фазу стеблування (варіант  $D_2$ ) у співставленні до контролю за підживленнями (варіант  $D_1$ ) у середньому по варіантах основного блоку удобрення та рістрегуляції зниження ураження склеротиніозом склало 0,76%, пероноспорозом 0,87%, фомозом 0,45% та альтернаріозом – 0,41%. Для варіанту з застосуванням мікродобрива Розасоль 18-18-18+МЕ у фазу бутонізації (варіант  $D_3$ ) аналогічна динаміка зниження була з середнім індексом редукції 1,11 нижчою. Максимальний позитивний ефект відмічено у варіанті комбінованого застосування мікродобрив (варіант  $D_4$ ), де відповідні показники зниження становили 0,86 % для склеротиніозу, 1,1% для пероноспорозу, 1,4% для фомозу та 0,90% для альтернаріозу.

Отримані результати співзвучні із висновками з подібних досліджень щодо позитивної дії сірки [165, 166, 167], бору [182, 184, 187, 190] та інших мікроелементів [60, 68, 99] у підвищенні синтезу фітолексинів, стимулюванні ферментної системи самозахисту, зростання стійкості до патогена.

Щодо гібриду Абсолют, то характер результативності застосування Карамба Турбо та Букат мало подібний характер, що й для гібриду Домінатор (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

**Ураженість хворобами рослин гібриду ріпаку озимого Абсолют за різних варіантів досліду в фазу цвітіння (ВВСН 63–65) (середнє за 2022–2025 рр.), %**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                         | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                          | Візуальна ступінь ураження на підставі<br>секторного фолійного обліку в полі зору, % |                                                            |                                         |                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                                             | Склеротоніоз<br>( <i>Sclerotinia</i><br><i>sclerotiorum</i> )                        | Пероноспороз<br>( <i>Peronospora</i><br><i>brassicae</i> ) | Фомоз ( <i>Phoma</i><br><i>lingam</i> ) | Альтернاریоз<br>( <i>Alternaria</i><br><i>brassicae</i> ) |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                            | Без підживлення<br>(D <sub>1</sub> )                                                                        | 6,85±1,41 <sup>e</sup>                                                               | 8,24±0,52 <sup>g</sup>                                     | 5,59±1,05 <sup>h</sup>                  | 3,12±0,14 <sup>f</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 31–34:<br>Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08<br>л/га) (D <sub>2</sub> )             | 6,02±0,83 <sup>d</sup>                                                               | 7,39±0,51 <sup>e</sup>                                     | 5,12±0,83 <sup>g</sup>                  | 2,81±0,22 <sup>e</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 51–53:<br>Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) +<br>ад'ювант Спрей-<br>Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 6,91±1,09 <sup>e</sup>                                                               | 7,92±0,63 <sup>f</sup>                                     | 5,32±0,91 <sup>g</sup>                  | 2,89±0,28 <sup>e</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | Комбінація<br>варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub><br>(D <sub>4</sub> )                               | 6,15±0,75 <sup>d</sup>                                                               | 7,25±0,72 <sup>e</sup>                                     | 4,56±0,67 <sup>f</sup>                  | 2,15±0,36 <sup>c</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Бугат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                              | 1,59±1,09 <sup>b</sup>                                                               | 1,11±0,29 <sup>c</sup>                                     | 1,05±0,37 <sup>c</sup>                  | 0,77±0,14 <sup>b</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                              | 1,38±0,92 <sup>b</sup>                                                               | 1,05±0,28 <sup>c</sup>                                     | 0,92±0,28 <sup>c</sup>                  | 0,76±0,19 <sup>b</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                              | 1,61±0,71 <sup>b</sup>                                                               | 0,92±0,31 <sup>b</sup>                                     | 0,81±0,25 <sup>c</sup>                  | 0,72±0,15 <sup>b</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                              | 1,42±0,69 <sup>b</sup>                                                               | 0,96±0,35 <sup>b</sup>                                     | 0,72±0,31 <sup>b</sup>                  | 0,52±0,20 <sup>a</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>1</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                              | 5,92±1,11 <sup>d</sup>                                                               | 7,55±0,52 <sup>f</sup>                                     | 4,02±0,21 <sup>e</sup>                  | 2,86±0,18 <sup>e</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                              | 4,89±1,24 <sup>c</sup>                                                               | 7,09±0,36 <sup>e</sup>                                     | 3,29±0,31 <sup>d</sup>                  | 2,12±0,15 <sup>c</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                              | 5,74±0,88 <sup>d</sup>                                                               | 7,16±0,49 <sup>e</sup>                                     | 3,85±0,25 <sup>e</sup>                  | 2,44±0,23 <sup>d</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                              | 4,64±1,05 <sup>c</sup>                                                               | 6,34±0,52 <sup>d</sup>                                     | 3,02±0,35 <sup>d</sup>                  | 1,91±0,32 <sup>c</sup>                                    |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>2</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                              | 1,56±0,58 <sup>b</sup>                                                               | 0,87±0,12 <sup>b</sup>                                     | 0,57±0,12 <sup>b</sup>                  | 0,56±0,11 <sup>a</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                              | 1,12±0,44 <sup>a</sup>                                                               | 0,81±0,24 <sup>b</sup>                                     | 0,41±0,09 <sup>a</sup>                  | 0,48±0,09 <sup>a</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                              | 1,38±0,52 <sup>b</sup>                                                               | 0,72±0,18 <sup>b</sup>                                     | 0,41±0,11 <sup>a</sup>                  | 0,52±0,10 <sup>a</sup>                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                              | 0,92±0,31 <sup>a</sup>                                                               | 0,61±0,12 <sup>a</sup>                                     | 0,39±0,07 <sup>a</sup>                  | 0,41±0,03 <sup>a</sup>                                    |

Примітка. Різні літери верхньої індексації позначають середні значення, які мають істотну статистичну різницю у між варіантному співставленні для рівня значущості  $p < 0,05$

Відмічено у середньому за період досліджень в середньому по варіантах досліду у співставленні факторів  $B_2/B_1$  зниження в абсолютному виразі ураження склеротоніозом на 3,2%, пероноспорозом на 3,8%, фомозом на 3,2% та альтернаріозом на 1,3%.

Дворазове застосування комбінації рістрегуляторів з вираженим фунгіцидним ефектом (Карамба Турбо + Букат) також в агроценозах даного гібриду було найбільш ефективним серед чинників поставлених на вивчення та забезпечило зниження ураження рослин тими ж хворобами у такому значенні: 4,5%, 6,5%, 3,7% та 2,0%. Таке зниження забезпечило до контролю без рістрегуляції (варіант  $C_1$ ) біологічну їх ефективність у значенні: склеротиніоз 86,7%, пероноспорозом 88,0%, фомоз 84,8% та альтернаріоз 86,7%.

Застосування мікродобрив у позакореневе підживлення також мало знижуючий ефект на ступінь ураження рослин хворобами, з статистично близькими параметрами до таких відмічених, що й для гібриду Домінатор.

Таким чином, застосування у технологіях оптимізації живлення та рістрегуляції високо інтенсивних гібридів ріпаку озимого комбінації препаратів Карамба Турбо + Букат формує синергічний ефект, що діє та сприяє істотному зниженню ступеня ураження рослин ріпаку озимого поширеним і небезпечним комплексом хвороб.

### **Висновки до розділу 3.**

1. Визначена для обох гібридів ріпаку озимого максимальна тривалість вегетації спостерігалася у варіанті максимального поєднання факторів інтенсифікації системи удобрення для обох досліджуваних гібридів ріпаку озимого при комбінації варіантів  $B_2C_2D_4$ : відповідно 175 діб у гібриду Домінатор та 183 доби у гібриду Абсолют, що відповідно на 8 та 7 діб було тривалішим у порівнянні до варіанту з мінімальною комбінацією факторів оптимізації ( $B_1C_1D_1$ ).

2. За результатами досліджень, в осінній період вегетації ріпаку озимого встановлена комплексна ефективність застосування рістрегуляторів з фунгіцидним ефектом (ВВСН 14–18: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35



л/га)) (варіант С<sub>2</sub>) на фоні додаткового застосування вищих норм азоту (N<sub>37</sub>), у поєднанні із стартовими нормами сірки (S<sub>24</sub>) (поліпшений варіант основного блоку удобрення (В<sub>2</sub>)) у формуванні ідіотипу рослин з оптимізованими морфопараметрами: діаметр кореневої шийки 1,23 см, висота розміщення точки росту над ґрунтом 1,20 см, кількість листків на рослині 9–10 шт. при довжині кореневої системи 21,2 см за середньозваженого коефіцієнту корекції відмічених морфологічних параметрів на рівні 1,32, 0,87, 1,10 та 1,13 у співставленні до середнього по контрольних варіантах.

3. Встановлено, що загальний відсоток перезимівлі у гібриду Абсолют був максимальним у варіанті поєднання поліпшеного варіанту основного удобрення (В<sub>2</sub>), при застосуванні комбінації фунгіцидів з рістрегулюючим ефектом (варіант С<sub>2</sub>) 82,03%, що на 9,04% вище ніж у варіанті базового удобрення (В<sub>1</sub>) за відсутності фунгіцидів. Для гібриду Домінатор визначено аналогічний варіант як найкращий з показниками 89,50% та 15,10% відповідно.

4. Доведено, що максимально продуктивна архітектоніка рослин ріпаку озимого у поєднанні таких ознак як: висота стебла, діаметр стебла в основі, товщина стінок стебла, кількість бічних галузень стебла та відповідний рівень вагової біопродуктивності (за виходом сухих речовин) з усередненим індексом росту 1,28 досягається на варіанті максимальної інтенсифікації факторів поставлених на вивчення (поліпшений блок основного удобрення (варіант В<sub>2</sub>) + система із подвійного застосування рістрегулюючих препаратів з вираженим фунгіцидним ефектом (Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (варіант С<sub>2</sub>)) при застосуванні дворазової системи позакоренових підживлень (ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) (варіант D<sub>4</sub>)).

5. Застосування дворазового внесення рістрегулюючих препаратів з вираженим фунгіцидним ефектом у технологічній схемі ВВСН 14–16 та ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) забезпечило середню біологічну ефективність зниження поширеності основних хвороб ріпаку озимого на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 63–65) на рівні 77,8%.

### Список використаної літератури до розділу 3

246. Ivanova R., Todorov Z. Influence of foliar fertilization on the phenological development of rapeseed. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2019. Vol. LXII, №. 1. P. 322–330.
247. Ahmad G., Jan A. I., Arif M. Phenology and Physiology of Canola as Affected by Nitrogen and Sulfur Fertilization. *Journal of Agronomy*, 2006. Vol. 5. P. 555–562. DOI: 10.3923/ja.2006.555.562
248. Weymann W., Böttcher U., Sieling K., Kage H. Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. *Field Crops Research*. 2015. Vol. 173. P. 41–48. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.01.002
249. Li X.H., Li Q.B., Yang T.W., Nie Z.N., Chen G.X., Hu L.Y. Responses of plant development, biomass and seed production of direct sown oilseed rape (*Brassica napus* L.) to nitrogen application at different stages in Yangtze River Basin. *Field Crops Research*. 2016. Vol. 194. P. 12–20. DOI: 10.1016/j.fcr.2016.04.024
250. Todorov Zh., Ivanova R. Influence of sowing period and treatment with various foliar fertilizers on the productivity of rapeseed. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2020. Vol. LXII. №1. P. 456–464.
251. Junk J., Torres A., El Jaroudi M., Eickermann M. Impact of Climate Change on the Phenology of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture*. 2024. Vol. 14. 1049. DOI:10.3390/agriculture14071049
252. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Ріпак. Львів: Українські технології, 2010. 124 с.
253. Storer K.E., Berry P.M., Kindred D.R., Sylvester-Bradley R. Identifying oilseed rape varieties with high yield and low nitrogen fertiliser requirement. *Field Crops Research*. 2018. Vol. 225. P. 104–116. DOI: 10.1016/j.fcr.2018.06.005
254. Волощук І. С., Волощук О. П., Роп Р. Ю., Глива В. В., Случак О. М., Пристацька О. Н., Распутенко А. О. Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України. Львів : Сполом, 2017. 212 с.
255. Beres J., Becka D., Tomasek J., Vasak J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant Soil Environment*. 2019. № 65. P. 435–441. DOI: 10.17221/444/2019-PSE

256. Cuccia C., Bois B., Richard Y., Parker A.K., Garcia De Cortazar-Ataauri I., Van Leewen C., Castel T. Phenological model performance to warmer conditions: Application to Pinot Noir in Burgundy. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*. 2014, 48, 169–178. DOI: 10.20870/oeno-one.2014.48.3.1572
257. Томашова О.Л., Томашов С.В. Кореляційні зв'язки структури врожаю ріпаку озимого з елементами технології вирощування. *Землеробство*. 2011. Вип. 83. С. 101–104.
258. Антоненко О. Ф., Савчук Ю. М. Вплив строків сівби та мікродобрив на розвиток рослин ріпаку озимого в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2016. Т. 1, № 1 (53). С. 87–94.
259. Grzebisz W., Łukowiak R., Biber M., Przygocka-Cyna K. Effect of multi-micronutrient fertilizers applied to foliage on nutritional status of winter oilseed rape and development of yield forming elements. *Journal of Elementology*. 2010. Vol. 15. P. 477–491. DOI: 10.5601/jelem.2010.15.3.477-491
260. Böttcher U., Rampin E., Hartmann K., Zanetti F., Flenet, F., Morison M., Kage H. A phenological model of winter oilseed rape according to the BBCH scale. *Crop Pasture Science*. 2016. Vol. 67. P. 345–358. DOI: 10.1071/CP15321
261. Szczepaniak W., Grzebisz W., Potarzycki J., Łukowiak R., Przygocka-Cyna K. Nutritional status of winter oilseed rape in cardinal stages of growth as yield indicator. *Plant Soil Environment*. 2015. Vol. 61. P. 291–296. DOI: 10.17221/150/2015-PSE
262. Pullens J.W.M., Sharif B., Trnka M., Balek J., Semenov M.A., Olesen J.E. Risk factors for European winter oilseed rape production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 272–273. P. 30–39. DOI: 10.1016/j.agrformet.2019.03.023
263. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур / [ Паламарчук В.Д., Климчук О. В., Поліщук І. С. та ін.]. Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. 636 с.
264. Jankowski K.J., Budzyński W. Response of different breeding forms of winter oilseed rape to date and density of sowing. I. Growth in the autumn and winter survival of plants. *Rośliny Oleiste Oilseed Crop*. 2007. Vol. 28. P. 177–194.

265. Harasimowicz-Hermann G., Borowska M. Effect of biostimulant Asahi SL in winter rapeseed depending on pluviothermic conditions. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*. 2006. Vol. XXVII(1). P. 95–106.
266. Matar S., Kumar A., Holtgräwe D., Weisshaar B., Melzer S. The transition to flowering in winter rapeseed during vernalization. *Plant Cell Environment*. 2021. Vol. 44. P. 506–518. DOI: 10.1111/pce.13946
267. Bakhmat M.I., Sendetskiy I.V. Features of wintering winter rape at different seeding rates and the use of growth regulators. *Agricultural Science*. 2020. Vol. 32. P. 20–25. DOI: 10.37406/2706-9052-2020-1-2
268. Mihaylov B. Response of winter canola (*Brassica napus* L.) to treatment with growth regulators and biostimulators – a review. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2024. 67.
269. Sharma S.H.S., Fleming C., SelBy C., Rao J.R., Trevo R.M. Plant biostimulants: A review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*. 2014. Vol. 26. P. 465–490. DOI: 10.1007/s10811-013-0101-9
270. Sikorska A., Gugąła M., Zarzecka K., Domański Ł., Mystkowska I. Morphological features of winter rape cultivars depending on the applied growth stimulators. *Agriculture*. 2022. Vol. 12. 1747. DOI: 10.3390/agriculture12101747
271. Gavelienė V, Pakalniškytė L, Novickienė L, Balčiauskas L. Effect of biostimulants on cold resistance and productivity formation in winter rapeseed and winter wheat. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 2018. Vol. 57. P. 71–83. DOI: 10.1515/ijaf-2018-0008
272. Gugąła M., Sikorska A., Zarzecka K., Kapela K., Mystkowska M. The effect of sowing method and biostimulators on autumn development and overwintering of winter rape. *Acta Scientiarum Polonorum*. 2017. Vol. 16. P. 111–120. DOI: 10.37660/aspagr.2017.16.3.1
273. Kocoń A. Foliar top dressing efficiency of winter wheat and rape of chosen fertilizers in optimal fertilization and soil moisture conditions. *Annals of UMCS*. 2009. Vol. 64. P. 23–28.
274. Child R.D., Evans D.E., Allen J., Arnold G.M. Growth responses in oilseed rape (*Brassica napus* L.) to combined applications of the triazole chemicals

triapenthenol and tebuconazole and interaction with gibberellin. *Journal of Plant Growth Regulation*. 1993. Vol. 13. P. 203–212. DOI: 10.1007/BF00024263

275. Velička R., Pupaliene R., Butkevičiene L.M., Kriaučiuniene Z. Peculiarities of overwintering of hybrid and conventional cultivars of winter rapeseed depending on the sowing date. *Acta Scientiarum Polonorum*. 2012. Vol. 11. P. 53–66.

276. Berry P.M., Spink J.H. Understanding the effect of a triazole with anti-gibberellin activity on the growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science*. 2009. Vol. 147. P. 273–285. DOI: 10.1017/S0021859609008491

277. Du Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 196. P. 3–14. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021

278. Shahzadi T., Khan F.A., Zafar F., Ismail A., Amin E., Riaz S. An overview of Brassica species for crop improvement. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2015. Vol. 15. P. 1568–1573. DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2015.15.8.12746

279. Wielebski F., Wójtowicz M. Effect of date and density of sowing and weather conditions on growth in the autumn and winter survival of winter oilseed rape morfotypes with traditional and semidraft type of growth. *Fragmenta Agronomica*. 2018. Vol. 35. P. 133–145.

280. Шкода О. А., Шепель А. В. Зимостійкість ріпаку озимого при різних умовах вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 92. С. 95–99.

281. Штанько М.І. Особливості формування агроценозу сортів і гібридів ріпаку озимого в осінній період під впливом кліматичних чинників. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2025. Вип. 77. №1. С. 136–146.

282. Забарний О. С., Забарна Т. А. Вплив погодних умов на перезимівлю озимого ріпаку залежно від факторів інтенсифікації. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 95. С. 97–107. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202395-08

283. Гарбар Л., Довбаш Н., Венгер В., Benselhoub A., Іваницька А. Формування структури врожаю ріпаку озимого за впливу умов живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74. №2. С. 62–70. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-2-6

284. Волощук О. П., Косовська Р. Ю. Насіннева продуктивність і посівні якості ріпаку озимого залежно від норм висіву насіння та рівнів мінерального живлення рослин. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 57. С. 43–50.
285. Пасічник Н. А., Лисенко В. П., Бикін А. В., Опришко О. О. Індикаційні стресові індекси технологічного характеру для ріпаку озимого. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2020. № 3. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2020\\_3\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2020_3_9) (дата звернення 20.10.2025 р.)
286. Sieling K., Böttcher U. Kage H. Sowing date and N application effects on tape root and aboveground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agronomy*. 2017. V. 83. P. 40–46. DOI: 10.1016/j.eja.2016.11.006
287. Yahbi M, Nabloussi A, Maataoui A, El Alami N, Boutagayout A, Daoui K. Effects of nitrogen rates on yield, yield components, and other related attributes of different rapeseed (*Brassica Napus* L.) varieties. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2022. Vol. 29. 8. DOI: 10.1051/ocl/2022001
288. Ali M.F., Mahmood I., Shamsi I.H. Integrated application of nitrogen and mepiquat chloride improves yield of *Brassica napus* L. by modulating shattering, lodging and nitrogen use efficiency under rainfed conditions. *Plant Growth Regulators*. 2025. Vol. 105. P. 1657–1677. DOI: 10.1007/s10725-025-01343-1
289. Szatkowski A., Sokółski M., Załuski D., Jankowski K.J. The Effects of Agronomic Management in Different Tillage Systems on the Fall Growth of Winter Oilseed Rape. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. 440. DOI: 10.3390/agriculture13020440
290. Карамба® Турбо – для підвищення зимостійкості та врожайності ріпаку. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=zmWlReKPEdc> (дата звернення 25.10.2025 р.)
291. Tsytsiura Y., Vergeles P., Amons S., Okrushko S. Diseases of cruciferous crops and adaptive strategies for its control (generalisation of Ukrainian and world experience): Collective monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. 580 p.
292. Пристацька О. Н., Біловус Г. Я., Ващишин О. А., Волощук І. С. Особливості ураження хворобами ріпаку озимого в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Том. 73. №1. С. 8–21. DOI: 10.32636/01308521.2023-(73)-1-1

293. Савчук Ю. М. Обмеження розвитку хвороб ріпаку озимого залежно від строків сівби та мікродобрив. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 72–74.
294. Brazauskienė I. Susceptibility of winter rape cultivars to fungal diseases and their response to fungicide application. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2013. Vol. 37. P. 699–710. DOI: 10.3906/tar-1210-26.
295. Бублик Н.І. Екотоксикологічні аспекти вирощування озимого ріпаку в Україні. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 7. С. 1–3.

### **Список праць опублікованих аспірантом за даним розділом:**

1. Томчук О.М. Віталітет агроценозу ріпаку озимого за різних варіантів удобрення в умовах Лісостепу Правобережного України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. №2 (33). С. 194–208. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-2-16
2. Томчук О.М. Вплив системи удобрення ріпаку озимого на стан рослин перед входженням у зиму та їх виживаність. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. №4 (35). С. 163–178. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-4-14
3. Томчук О.М. Вплив використання фунгіцидів з ріст регулюючим ефектом на стан перезимівлі гібридів ріпаку озимого. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 219–227. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.32.31
4. Томчук О.М. Особливості феностадійного розвитку рослин ріпаку озимого залежно від комбінаторики системи його удобрення. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 278–289. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.33.46
5. Томчук О.М. Зниження пестицидного навантаження у технологіях вирощування ріпаку озимого внаслідок використання препаратів комбінаторної фітофунгіцидної та рістрегулювальної дії. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів X Міжнародної науково-практичної конференції, 14 жовтня 2025 р. Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2025. С. 3–6.
6. Томчук О. Вплив фунгіцидів-морфорегуляторів росту на формування фенологічного розвитку гібридів ріпаку озимого. *Актуальні питання розвитку сільського господарства: теорія і практика*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Івано-Франківськ, 9 жовтня 2025 року). Оброшине: Видавництво інституту сільського господарства Карпатського регіону, 2025. С. 313–315.

## **РОЗДІЛ 4. ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФОНОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ, РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ**

### **4.1. Динаміка формування площі листкової поверхні залежно від комплексного поєднання фонового мінерального живлення, рістрегулюючих речовин та системи мікродобрив**

Реалізація урожайного потенціалу сучасних гібридів ріпаку озимого відбувається не лише за рахунок системи живлення та рістрегуляції, але й за рахунок формування повноцінної асиміляційної архітекτονіки рослин, що формує позитивний потенціал для інтенсифікації накопичення пластичних речовин у процесі фотосинтезу та реалізації як загальної, так і насіннєвої продуктивності [63, 296, 297]. Саме площі листя за відповідної густоти стояння рослин належить головна фізіологічна роль повноцінного забезпечення, для реалізації генотипового потенціалу гібриду та формування високої якості насіння, зокрема з поліпшеним його жирно кислотним складом [298–301].

Наголошується, що для ріпаку озимого як і для інших хрестоцвітих видів цілком підходять параметри оптимальності загальної досяжної площі асиміляційної поверхні на рівні 40–50 тис. м<sup>2</sup>/га з супутньою фізіологічно необхідною тривалістю фізіологічної його активності [302, 303]. Для весняно-літнього періоду вегетації ріпаку важливим є гармонізація темпів ростових процесів із темпами асиміляції за рахунок діяльності листкової поверхні [304, 305]. Слід враховувати і певні фізіологічні особливості у динаміці формування асиміляційної поверхні притаманної всім хрестоцвітим видам рослин: досягненням максимуму переважно на фенологічну фазу цвітіння та швидкі темпи зниження показника в ході дозрівання насіння [306–309].

Проведена оцінка формування площі листкової поверхні залежно від досліджуваних чинників досліду у розрізі гібридів ріпаку озимого послідовно представлена в табл. 4.1–4.2.



Таблиця 4.1

Динаміка формування площі листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого  
Домінатор залежно від факторів досліду (середнє за 2022–2025 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                           | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                   | Площа листя на фазу*:   |                             |                             |                          |                            |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|------|
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | розетка<br>(ВВСН 16–18) | стеблукання<br>(ВВСН 35–37) | бутонізація<br>(ВВСН 52–54) | цвітіння<br>(ВВСН 63–65) | дозрівання<br>(ВВСН 83–85) |      |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20:карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> | Контроль без обробки<br>(C <sub>1</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                    | 3,34                    | 16,39                       | 25,21                       | 36,01                    | 3,89                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )            | 3,39                    | 16,25                       | 26,91                       | 38,00                    | 5,38                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 3,39                    | 16,07                       | 25,75                       | 37,12                    | 6,98                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та<br>D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                           | 3,41                    | 16,23                       | 26,87                       | 39,07                    | 7,91                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> )                                                                                                                                                                                                                              | D <sub>1</sub>                                                                                       | 3,42                    | 16,79                       | 26,42                       | 37,20                    | 4,97                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 3,43                    | 16,79                       | 28,43                       | 38,83                    | 6,69                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 3,45                    | 16,60                       | 27,01                       | 38,40                    | 8,21                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 3,46                    | 16,68                       | 28,50                       | 40,62                    | 8,87                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН<br>20:КАС-32 (189 л/га)<br>+ Тіосульфат<br>амонію (22 л/га))<br>(по мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                       | D <sub>1</sub>          | 3,55                        | 17,41                       | 28,40                    | 37,60                      | 4,98 |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | D <sub>2</sub>          | 3,51                        | 17,47                       | 30,22                    | 39,92                      | 6,07 |
| D <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 3,50                    | 17,20                       | 29,24                       | 38,83                    | 6,70                       |      |
| D <sub>4</sub>                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 3,55                    | 17,54                       | 30,51                       | 41,47                    | 7,85                       |      |
| C <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                       | 3,59                    | 17,78                       | 30,26                       | 39,33                    | 6,44                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 3,59                    | 18,10                       | 32,44                       | 41,99                    | 7,76                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 3,61                    | 17,63                       | 31,14                       | 40,76                    | 8,96                       |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 3,58                    | 17,97                       | 32,45                       | 43,48                    | 9,27                       |      |
| НІР <sub>05</sub> , тис. м <sup>2</sup> /га, для факторів досліду та їх взаємодії (на підставі додатків Н.1–Н.5)                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      |                         |                             |                             |                          |                            |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,04                    | 0,13                        | 0,06                        | 0,10                     | 0,15                       |      |
| B                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,03                    | 0,11                        | 0,05                        | 0,08                     | 0,12                       |      |
| C                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,03                    | 0,11                        | 0,05                        | 0,08                     | 0,12                       |      |
| D                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,04                    | 0,15                        | 0,07                        | 0,12                     | 0,17                       |      |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,05                    | 0,19                        | 0,08                        | 0,14                     | 0,21                       |      |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,05                    | 0,19                        | 0,08                        | 0,14                     | 0,21                       |      |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,08                    | 0,27                        | 0,11                        | 0,20                     | 0,30                       |      |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,04                    | 0,15                        | 0,07                        | 0,12                     | 0,17                       |      |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,06                    | 0,22                        | 0,09                        | 0,17                     | 0,24                       |      |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,06                    | 0,22                        | 0,09                        | 0,17                     | 0,24                       |      |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,08                    | 0,27                        | 0,11                        | 0,20                     | 0,30                       |      |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,11                    | 0,38                        | 0,16                        | 0,29                     | 0,42                       |      |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,11                    | 0,38                        | 0,16                        | 0,29                     | 0,42                       |      |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,09                    | 0,31                        | 0,13                        | 0,24                     | 0,35                       |      |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | 0,15                    | 0,53                        | 0,23                        | 0,41                     | 0,60                       |      |

\*Феностадії за шкалою ВВСН (дод. В). Фактор А – гідротермічні умови періоду досліджень.

Визначено, що максимальна площа листкової поверхні рослин для обох гібридів відмічена в фенологічну фазу цвітіння – 41,39 тис. м<sup>2</sup>/га у гібриду Домінатор та 39,37 тис. м<sup>2</sup>/га у гібриду Абсолют, що є властивим у багаторічній оцінці для ріпаку озимого, який культивується у межах Вінниччини [310].

Всі застосовані фактори досліду впливали на формування показника площі листкової поверхні у розрізі облікових феностадій розвитку обох гібридів ріпаку озимого. Так, у гібриду Домінатор у співставленні поліпшеного блоку основного удобрення (варіант В<sub>2</sub>) та базового варіанту основного удобрення (варіант В<sub>1</sub>) визначено такі прирости площі листкової поверхні: 0,2 тис. м<sup>2</sup>/га (5,2% у відносному виразі) в фенологічну фазу розетки, 1,4 тис. м<sup>2</sup>/га (8,6%) на фенологічну фазу стеблуння, 4,4 тис. м<sup>2</sup>/га (16,8%) на фазу бутонізації, 2,9 тис. м<sup>2</sup>/га (7,6%) на фазу цвітіння та 1,2 тис. м<sup>2</sup>/га (20,1%) на фазу дозрівання. Для гібриду Абсолют аналогічний прирістний ряд становив: 0,13 тис. м<sup>2</sup>/га (3,2%), 1,6 тис. м<sup>2</sup>/га (9,8%), 5,0 тис. м<sup>2</sup>/га (18,7%), 3,6 тис. м<sup>2</sup>/га (10,1%) та 1,6 (23,4%).

Визначено і позитивні прирости площі листкової поверхні за рахунок застосування рістрегуляції також для обох гібридів ріпаку озимого. Позитивна дія рістрегуляторів пояснюється впливом Карамба Турбо в першу чергу на синтез гіберелінів, що змінює вектор ростових процесів з вертикального на радіальний та формування вищого рівня облистяності рослин за можливого їх дещо дрібнішого розміру [290]. При цьому слід зауважити, що за оцінками різних дослідників [212, 213, 215] примінення комплексу рістрегуляторів, за рахунок вже згаданого раніше бінарного впливу ретардантів [213], як внаслідок зміни спрямованості морфогенезу рослин за показниками загального зниження висоти стебла, посиленого бічного його гілкування та галуження кореневої системи, так і за рахунок зростання площі листкової поверхні через поліпшення структури листкорозташування, підвищення коефіцієнту використання фотосинтетично-активної радіації – сприяє зростанню загальних показників формування асиміляційної поверхні рослин з пролонгацією на певні феностадії від дати застосування препаратів. Внаслідок цього приріст на динаміка була нижчою, ніж за співставлення варіантів основного блоку удобрення.

Таблиця 4.2

Динаміка формування площі листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від факторів дослідів (середнє за 2022–2025 рр.), тис. м<sup>2</sup>/га

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                         | Позакорєнєвє<br>підживлення<br>(D)                                                                   | Площа листя на фазу*:   |                             |                             |                          |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                                      | розетка<br>(ВВСН 16–18) | стеблєвання<br>(ВВСН 35–37) | бутонізація<br>(ВВСН 52–54) | цвітіння(<br>ВВСН 63–65) | дозрівання<br>(ВВСН 83–85) |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки<br>(C <sub>1</sub> )                                                         | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                    | 3,49                    | 16,48                       | 25,32                       | 33,55                    | 5,84                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )            | 3,51                    | 16,93                       | 27,26                       | 35,27                    | 6,62                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 3,53                    | 16,66                       | 26,34                       | 34,60                    | 7,34                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та<br>D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                           | 3,48                    | 17,13                       | 27,46                       | 36,97                    | 7,68                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                       | 3,55                    | 17,31                       | 27,25                       | 35,93                    | 6,71                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 3,54                    | 17,59                       | 29,92                       | 37,63                    | 7,36                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 3,58                    | 17,27                       | 28,59                       | 37,29                    | 7,97                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 3,54                    | 17,57                       | 29,79                       | 39,63                    | 8,63                       |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росафєрт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                       | 3,59                    | 17,99                       | 28,57                       | 35,91                    | 7,03                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 3,60                    | 18,29                       | 30,61                       | 38,13                    | 7,78                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 3,63                    | 18,08                       | 29,41                       | 37,59                    | 8,37                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 3,63                    | 18,44                       | 30,65                       | 40,07                    | 9,15                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                       | 3,65                    | 18,46                       | 31,58                       | 37,46                    | 7,88                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 3,64                    | 18,85                       | 34,14                       | 39,42                    | 8,53                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 3,67                    | 18,50                       | 33,35                       | 39,07                    | 9,24                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 3,64                    | 18,92                       | 34,32                       | 41,51                    | 9,82                       |
| НІР <sub>05</sub> , тис. м <sup>2</sup> /га, для факторів дослідів та їх взаємодії (на підставі додатків Н.6–Н.10)                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      |                         |                             |                             |                          |                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,06                    | 0,05                        | 0,04                        | 0,11                     | 0,10                       |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,05                    | 0,04                        | 0,03                        | 0,09                     | 0,09                       |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,05                    | 0,04                        | 0,03                        | 0,09                     | 0,09                       |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,07                    | 0,06                        | 0,04                        | 0,13                     | 0,12                       |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,09                    | 0,07                        | 0,06                        | 0,15                     | 0,15                       |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,09                    | 0,07                        | 0,06                        | 0,15                     | 0,15                       |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,13                    | 0,10                        | 0,08                        | 0,22                     | 0,21                       |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,07                    | 0,06                        | 0,04                        | 0,13                     | 0,12                       |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,10                    | 0,08                        | 0,06                        | 0,18                     | 0,17                       |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,10                    | 0,08                        | 0,06                        | 0,18                     | 0,17                       |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,13                    | 0,10                        | 0,08                        | 0,22                     | 0,21                       |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,18                    | 0,15                        | 0,11                        | 0,31                     | 0,30                       |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,18                    | 0,15                        | 0,11                        | 0,31                     | 0,30                       |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,15                    | 0,12                        | 0,09                        | 0,25                     | 0,24                       |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,26                    | 0,21                        | 0,16                        | 0,44                     | 0,42                       |

\*Феностадії за шкалою ВВСН (дод. В). Фактор А – гідротермічні умови періоду досліджень.

Зокрема у випадку гібрида Домінатор (табл. 4.1) відповідні прирости в абсолютному та відносному вимірах становили: 0,06 тис. м<sup>2</sup>/га (1,8%) в фазу розетки, 0,5 тис. м<sup>2</sup>/га (2,8%) в фазу стеблуння, 1,7 тис. м<sup>2</sup>/га (6,1%) в фазу бутонізації, 1,6 тис. м<sup>2</sup>/га (4,1%) в фазу цвітіння та 1,4 тис. м<sup>2</sup>/га (22,9%) в фазу дозрівання.

Знову ж таки, для гібриду Абсолют (табл. 4.2) даний ряд приростів мав наступний вигляд: 0,04 тис. м<sup>2</sup>/га (1,2%) в фазу розетки, 0,6 тис. м<sup>2</sup>/га (3,2%) в фазу стеблуння, 2,9 тис. м<sup>2</sup>/га (10,3%) в фазу бутонізації, 2,0 тис. м<sup>2</sup>/га (5,4%) в фазу цвітіння та 0,8 тис. м<sup>2</sup>/га (10,6%) в фазу дозрівання.

З огляду на отримані результати, слід також відмітити, що збереженість асиміляційної поверхні рослин досліджуваних гібридів ріпаку озимого в період природних процесів його фізіологічного старіння та дефоліації, характерного процесу властивому більшості хрестоцвітих видів рослин [68, 302] була різною.

Слід зауважити, що в цій позитивній дії подовження функціонування асиміляційної поверхні на пізніх феностадіях розвитку обох гібридів ріпаку озимого, що гарантує істотно більш тривалий період формування та наливу насіння – слід враховувати і згадувану фунгіцидну складову дії обох застосованих у досліді ріст регуляторів, що забезпечило додаткові позитивні чинники до збереження листової поверхні за потенційно негативної дії фітопатогенів через пошкодження листя та втрати ним функції фітоасиміляції.

Такі узагальнення було підтверджено, порівнюючи варіанти на різних фонах основного блоку удобрення з рістрегуляцією та без неї, а також враховуючи оцінку впливу фактору рістрегуляції у дисперсійній системі досліді (рис. 4.1–4.2). В результаті визначений показник листозбереження по відношенню до варіанту з мінімальним факторним навантаженням у системі досліді 49,22% для гібриду Домінатор та 30,62% для гібриду Абсолют. Проте, у гібриду Абсолют на феностадії дозрівання площа листової поверхні була в середньому на 1,0 тис. м<sup>2</sup>/га більшою, ніж у гібриду Домінатор, що у відносному виразі становило 13,5%.

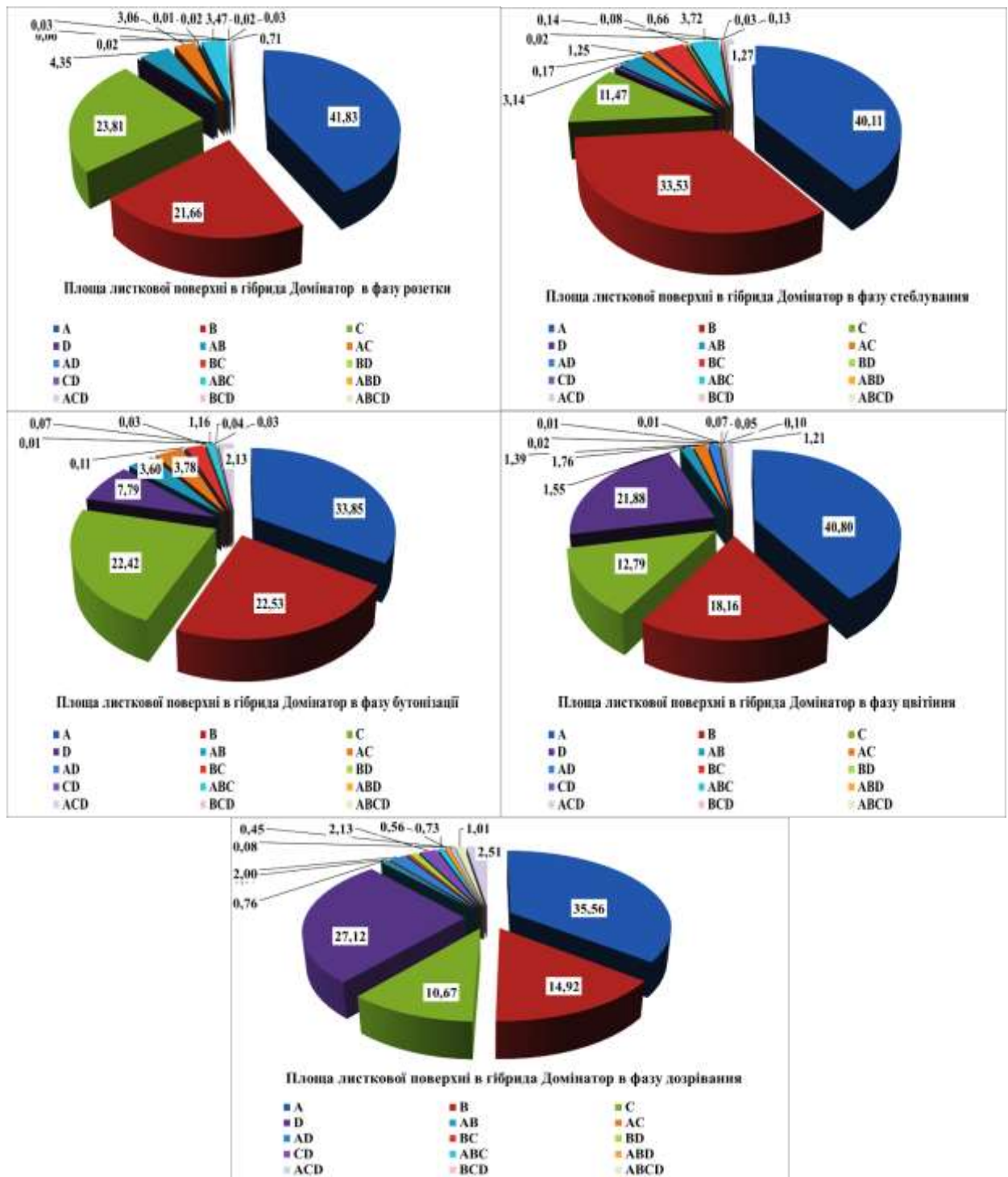


**Рисунок 4.1 – Результати аналізу частки впливу факторів у багаточинній схемі дослідження за показником площі листкової поверхні гібриду ріпаку озимого Домінатор у розрізі феностадійного розвитку (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків Н.1–Н.5).**

*Примітка. А – гідротермічні умови року як фактор, В – основний блок удобрення, С – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Така диспропорція пояснюється різною групою стиглості гібридів та очевидно різним механізмом асиміляційної адаптивності.

Очевидно, що за рахунок більш швидкового росту і розвитку в більш ранньостиглих гібридів ріпаку озимого процес дефоліації зміщений на більш ранні строки вегетації.

Встановлено позитивну дію позакореневих підживлень у всіх варіантах, що узгоджується із результатами оцінки ролі мікроелементів у процесах формування асиміляційної поверхні рослин ріпаку озимого [63, 99, 308, 209].

Зокрема, для гібриду Домінатор застосування мікродобрива Розасоль (В) у фазу стеблування (варіант D<sub>2</sub>) формувало динамічний приріст площі листкової поверхні статистично значимий починаючи з фенофази бутонізації в абсолютному та відносному значеннях: 1,9 тис. м<sup>2</sup>/га (7,0%) в фазу бутонізації, 2,2 тис. м<sup>2</sup>/га (5,7%) в фазу цвітіння та 1,4 тис. м<sup>2</sup>/га (27,7%) в фазу дозрівання.

Для гібриду Абсолют аналогічний ряд приростів був наступним: 2,3 тис. м<sup>2</sup>/га (8,20%) в фазу бутонізації, 1,9 тис. м<sup>2</sup>/га (5,3%) в фазу цвітіння та 0,7 тис. м<sup>2</sup>/га (10,3%) в фазу дозрівання.

Застосування позакореневого підживлення мікродобривом Розасоль 18-18-18+МЕ у фазу бутонізації (варіант D<sub>3</sub>) зміщує характер приростів на фази цвітіння та дозрівання з середнім приростом по феностадіях 11,4% в гібриду Домінатор та 8,9% в гібриду Абсолют (табл. 4.2).

Максимальний позитивний ефект закономірно, беручи до уваги попередню оцінку впливу комбінованого використання мікродобрив на ряд морфологічних параметрів рослин (див. розділ 3), був відмічений у варіанті D<sub>4</sub>. При цьому за подібної динаміки із варіантом D<sub>2</sub> усереднений приріст був по феностадіях обліку вищим в 1,5 рази в гібриду Домінатор та в 1,7 рази у гібриду Абсолют.

В підсумку, максимальна площа листкової поверхні була сформована на фазу цвітіння у випадку поєднання поліпшеного варіанту основного блоку удобрення (варіант В<sub>2</sub>), на фоні дворазового застосування рістрегуляції (С<sub>2</sub>) та дворазового застосування позакореневих підживлень (D<sub>4</sub>) – 43,48 тис. м<sup>2</sup>/га у гібриду Домінатор та 41,51 тис. м<sup>2</sup>/га у гібриду Абсолют.

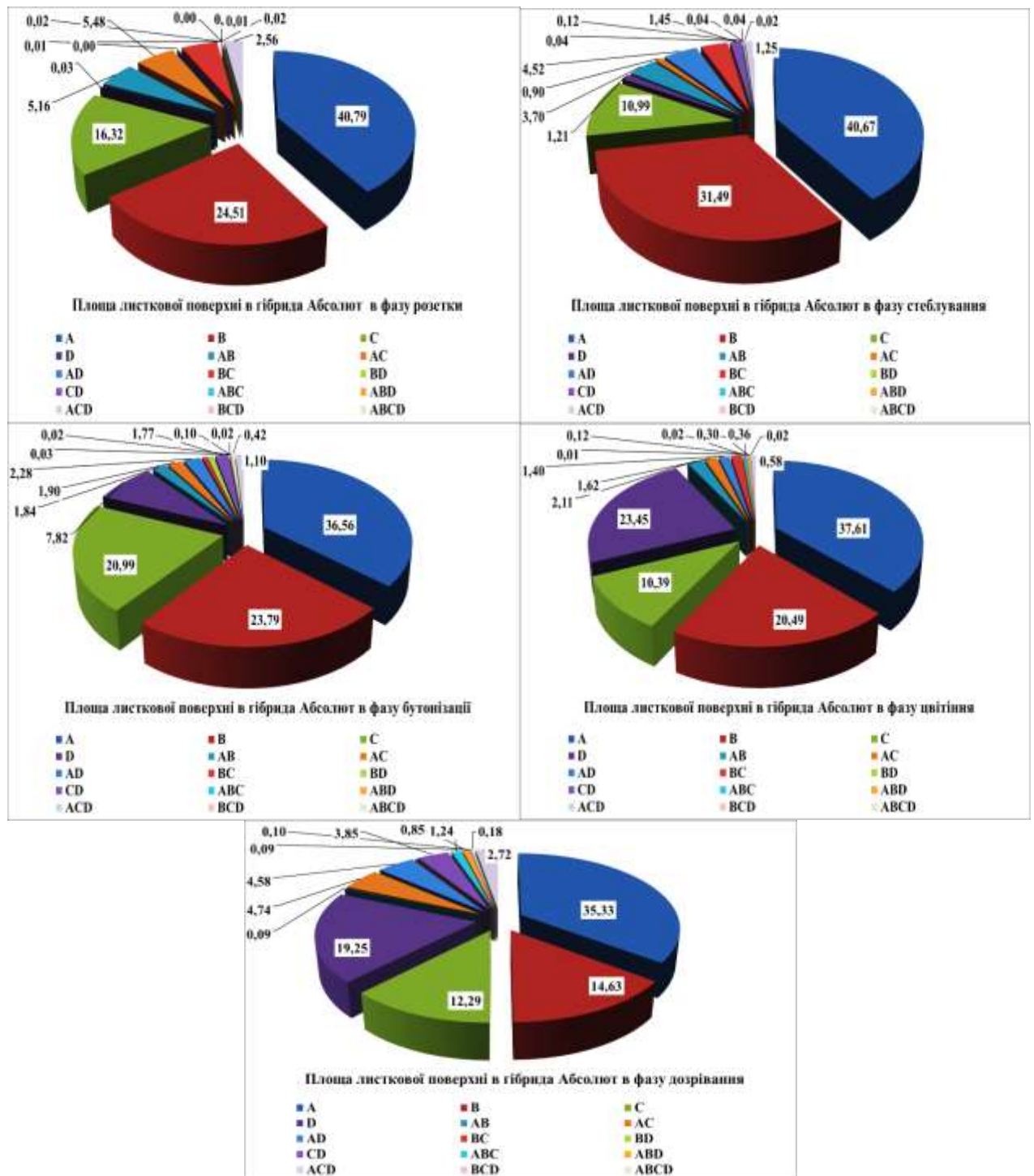


**Рисунок 4.2 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатофакторній схемі дослідження за показником площі листкової поверхні гібриду ріпаку озимого Абсолют у розрізі феностадійного розвитку (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків Н.6–Н.10).**

*Примітка. А – гідротермічні умови року як фактор, В – основний блок удобрення, С – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

У порівнянні з варіантом з мінімальним набором факторів оптимізації (комбінація факторів  $B_1C_1D_1$ ), отриманий показник у гібриду Домінатор був вищим на 7,47 тис.  $m^2/га$ , що склало приріст у 20,7%. Для гібриду Абсолют аналогічні показники при позитивному прирості були у значенні 7,96 тис.  $m^2/га$  та 23,7% відповідно.

Зроблена оцінка підтверджується результатами факторного аналізу впливу чинників досліду, з включенням фактора умов року (фактор А).

За результатами проведеного усереднення частки впливу факторів у загальному періоді феностадійного аналізу встановлено, що для процесу формування листкової поверхні рослин гібридів Домінатор (рис. 4.1) частка впливу фактора А (гідротермічні умови року) становила 38,4%, частка впливу фактора В (варіант основного блоку удобрення) 22,2%, частка впливу фактора С (застосування рістрегуляторів) 16,2% відповідно для фактора D (варіант позакореневих підживлень) 11,5%.

Для гібриду Абсолют (рис. 4.2) аналогічний ряд частки впливу факторів досліду був таким: 38,2%, 23,0%, 14,2% та 10,4%. При цьому слід зауважити, що у системі факторного аналізу встановлені і комбінована взаємодія факторів, зокрема для таких поєднань як АВ (2,6–2,7% по гібридах), АС (2,0–2,9%), АД (0,7–2,6%), ВС (1,4–2,1%) та CD (0,5–1,4 %).

Враховуючи істотно вищий середній рівень впливу на формування показника частки річних умов (фактор А), було проведено додатково кореляційно-регресійну оцінку впливу базових гідротермічних параметрів періоду вегетації на формування площі листкової поверхні (табл. 4.3).

На підставі проведених розрахунків формування площі листкової поверхні у гібридів ріпаку озимого для обох систем порівняння показників буде додатково посилювати прирістні ефекти застосованих чинників досліду з оберненим тісним характером залежно від середньодобової температури (з рівнем детермінації ( $dx_u$ ) в інтервалі 36,8–42,4%), з прямим тісним характером залежно від суми опадів (при  $dx_u = 56,9$ –66,9%), з прямим тісним характером



залежно від відносної вологості повітря (при  $d_{ху} = 50,3\text{--}63,3\%$ ) та різними коефіцієнтами гідротермічних режимів (при  $d_{ху} = 34,2\text{--}61,2\%$ ).

Таблиця 4.3

**Залежність величини площі листової поверхні у гібридів ріпаку озимого на фенологічну фазу цвітіння від гідротермічних режимів вегетації (для загального масиву дослідних даних за період 2022–2025 рр.)**

| Індикатор                                                                               | Гідротермічні параметри за міжфазний період<br>сходи–цвітіння                                                                                                                                             |                                 |                                                  |               |                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
|                                                                                         | середньо-<br>добова<br>температура,<br>°C ( $X_1$ )                                                                                                                                                       | сума<br>опадів,<br>мм ( $X_2$ ) | відносна<br>вологість<br>повітря, %<br>( $X_3$ ) | ГТК ( $X_4$ ) | коефіцієнт<br>зволоження<br>( $X_5$ ) |
| Коефіцієнт кореляції (r) (для співставлення гібрид – рік – повторення, $N = 24$ )       | -0,652*                                                                                                                                                                                                   | 0,818**                         | 0,796**                                          | 0,632*        | 0,784**                               |
| Коефіцієнт кореляції (r) (для співставлення гібрид – варіанти – повторення, $N = 128$ ) | -0,607**                                                                                                                                                                                                  | 0,754**                         | 0,709**                                          | 0,585*        | 0,708**                               |
| Площа листків з обліком на фенологічну фазу цвітіння, (Y), тис. м <sup>2</sup> /га      | $Y = -22,55 - 3,1X_1 + 0,303X_2$ $(R_{\text{мн}} = 0,758, R^2_{\text{adj}} = 0,644, p < 0,05)$ $Y = -70,30 + 8,92X_1 - 52,14X_4 + 32,56X_5$ $(R_{\text{мн}} = 0,714, R^2_{\text{adj}} = 0,627, p < 0,05)$ |                                 |                                                  |               |                                       |

Примітки. 1.\* – істотно на рівні значущості  $p < 0,05$ ; 2.\*\* – істотно на рівні значущості  $p < 0,01$ ; 3.  $R_{\text{мн}}$  – коефіцієнт множинної кореляції,  $R^2_{\text{adj}}$  – скоректований коефіцієнт детермінації.

Ці залежності закономірно були відображені в регресійному рівнянні прогнозованого розрахунку площі листової поверхні у рослин гібриду ріпаку озимого на фазу цвітіння.

#### **4.2. Динаміка формування фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу залежно від комплексного поєднання фонового мінерального живлення, рістрегулюючих речовин та системи мікродобрив**

Визначено, що фотосинтетичний потенціал посіву будь-якої культури вказує на динамічність співвідношення сформованої площі асиміляційної поверхні та тривалості її функціонування у прив'язці до феностадійного розвитку культури [296, 311]. Повідомляється також, що для ріпаку озимого

інтенсивного типу вирощування з метою реалізації його насіннєвої продуктивності на рівні 4–5 т/га фотосинтетичний потенціал агроценозу має бути вищим 2,0–2,2 млн м<sup>2</sup> діб/га [63, 310, 312]. При цьому відмічається позитивний вплив на рівень реалізації даного показника з орієнтацією на фенологічний розвиток рослин ріпаку озимого норм удобрення, в тому числі у поєднанні із позакореневим підживленням та ретардантами [99, 215, 313–315].

Слід відмітити, що встановлені у попередньому підрозділі особливості формування площі асиміляційної поверхні рослин залежно від факторів поставлених на вивчення у досліді мали закономірно подібну динаміку і у випадку показника ФП (рис. 4.4).

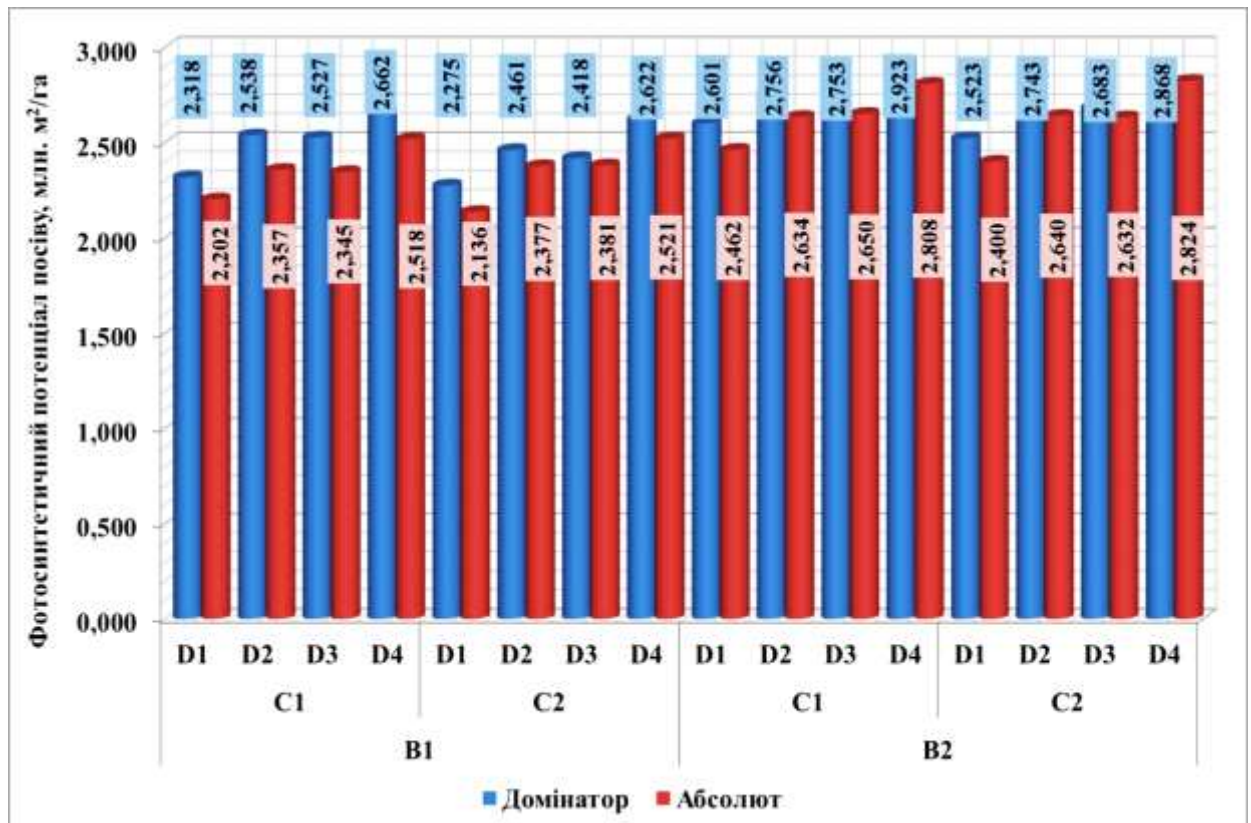


**Рисунок 4.4 – Фотосинтетичний потенціал посівів гібридів ріпаку озимого за міжфазний період сходи-достигання залежно від факторів поставлених на вивчення, млн м<sup>2</sup> діб/га, середнє за 2022-2025 рр.**

*Примітка: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> – базовий та полішений блок основного удобрення; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> – варіанти застосування ріст регулюючих речовин; D<sub>1</sub>–D<sub>4</sub> – варіанти застосування позакореневих підживлень (повна деталізація див. табл. 2.3))*

При цьому слід наголосити на певних відмінностях у формуванні показника ФП, які зумовлені їх належністю до різної групи стиглості. Зокрема, для гібриду Домінатор міжрічний коефіцієнт варіювання для міжфазного періоду сходи–розетка був на рівні 10,96%, для періоду стеблування–бутонізація 12,55%, для періоду бутонізація–цвітіння 7,54% та для періоду цвітіння–дозрівання 17,51%. Для гібриду Абсолют показник варіативності тих же міжфазних періодів був у середньому на 6,35% вищим.

Крім того, отриманий середній по досліді показник ФП за міжфазний період сходи–достигання у значенні 2,704 млн. м<sup>2</sup>діб/га для гібриду Домінатор та 2,624 млн м<sup>2</sup>діб/га для гібриду Абсолют, з врахуванням оцінки ФП з позиції прогнозованої насіннєвої продуктивності [316–318] доводить високий рівень біопродуктивного потенціалу досліджуваних гібридів ріпаку озимого.

Встановлено, що формування показника ФП мало певні особливості формування у зв'язку з різним характером впливу застосованих факторів на формування тривалості фенологічного розвитку та формування площі листкової поверхні. Так у співставленні варіантів основного блоку удобрення (поліпшений (B<sub>2</sub>) до базового (B<sub>1</sub>)) у абсолютному та відносному виразі динаміка показника була позитивна і становила для гібриду Домінатор 0,220 млн. м<sup>2</sup>діб/га (8,8%) та 0,276 млн. м<sup>2</sup>діб/га (11,7%) у гібриду Абсолют.

У варіанті використання рістрегуляторів, враховуючи загальне подовження міжфазних періодів вегетації гібридів ріпаку озимого (див. підрозділ 3.1) різниця між варіантами з рістрегуляцією і без неї була статистично недостовірною.

Найбільш ефективним у плані впливу на величину ФП посіву гібридів ріпаку озимого був варіант застосування позакореневих підживлень. При цьому ефективність варіантів з більш раннім застосуванням мікродобрива Розасоль (B) у фазу стеблування (варіант B<sub>2</sub>) та варіант з більш пізнім застосуванням мікродобрива Розасоль 18-18-18+МЕ (варіант B<sub>3</sub>) забезпечували подібні величини приростів показника ФП як в абсолютному, так і відносному виразі – 0,195 млн. м<sup>2</sup>діб/га (8,0%) та 0,166 млн. м<sup>2</sup>діб/га (6,8%) для гібриду Домінатор та 0,202 млн. м<sup>2</sup>діб/га (8,8%) та 0,208 (8,9%) у гібриду Абсолют.

Максимальний ефект дії мікродобрив було відмічено у варіанті комбінованого використання вказаних мікродобрив згідно схеми досліду (варіант D<sub>4</sub>) за вже згадуваної їх синергічної взаємодії. У підсумку приріст показника ФП для гібриду Домінатор за варіанту подвійного комбінованого застосування позакореневих підживлень склав показник 0,340 млн. м<sup>2</sup>діб/га (14,0%), а для гібриду Абсолют – 0,368 млн. м<sup>2</sup>діб/га (16,0%).

В цілому, максимальний показник ФП за період сходи–достигання було відмічено у варіанті поєднання поліпшеного варіанту основного блоку удобрення (варіант B<sub>2</sub>), на фоні дворазового застосування рістрегуляції (C<sub>2</sub>) та дворазового застосування позакореневих підживлень (D<sub>4</sub>) – 2,868 млн. м<sup>2</sup>діб/га у гібриду Домінатор та 2,824 млн. м<sup>2</sup>діб/га у гібриду Абсолют. У співставленні до варіанту з мінімальним набором факторів оптимізації (комбінація факторів B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>) отриманий показник у гібриду Домінатор був вищим на 0,550 млн. м<sup>2</sup>діб/га, що склало приріст у 23,7%. Для гібриду Абсолют аналогічні показники за позитивного приросту були у значенні 0,622 млн. м<sup>2</sup>діб/га та 28,2% відповідно.

Важливим з позиції результативної оцінки продуктивності фотосистеми рослинного організму є аналіз чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) [229].

Відомо, що для хрестоцвітих видів рослин його значення може варіювати в широких межах від 1,1 до 12,8 г/м<sup>2</sup> [55, 312]. Відомо, що оптимізація системи живлення не завжди позитивно корелює з ростом даного показника, оскільки прирістний характер дії добрив на формування листкової поверхні може суміжно впливати з подовженням на тривалість міжфазних періодів, а також може створювати умови надмірного розростання асиміляційної поверхні [229]. Відомо також, що застосування рістрегуляторів на озимому ріпаку може формувати умови як зниження загального показника ЧПФ, так і його зростання через вплив на процеси акумуляції фотосинтезованих пластичних речовин [304].

Повідомляється, що використання комплексних мікродобрив, які містять важливі для рослин ріпаку мікроелементи можуть мати позитивний вплив на істотне зростання коефіцієнту корисної дії листкового апарату рослин [63, 65, 308], що підтверджено і нашими дослідженнями (табл. 4.4–4.5).

Таблиця 4.4

Чиста продуктивність фотосинтезу в гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від факторів досліду (середнє за 2022–2025 рр.), г/м<sup>2</sup> за добу

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                      | Позакорєнєвє<br>підживлення<br>(D)                                                                   | ЧПФ на фазу*:     |                          |                               |                            |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                      | сходи-<br>розетки | розетка –<br>стеблєвання | стеблєвання –<br>бутонаїзація | бутонаїзація –<br>цвітіння | цвітіння –<br>дозрівання |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                         | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                    | 1,20 ±<br>0,06    | 2,18 ±<br>0,57           | 5,04 ±<br>0,97                | 4,02 ±<br>0,59             | 5,65 ±<br>0,40           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )            | 1,21 ±<br>0,05    | 2,03 ±<br>0,52           | 5,81 ±<br>0,84                | 4,29 ±<br>0,58             | 6,07 ±<br>0,36           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 1,21 ±<br>0,05    | 2,17 ±<br>0,53           | 5,03 ±<br>0,95                | 4,25 ±<br>0,52             | 5,50 ±<br>0,38           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та<br>D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                           | 1,20 ±<br>0,05    | 2,03 ±<br>0,52           | 6,27 ±<br>0,77                | 4,55 ±<br>0,45             | 6,13 ±<br>0,35           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39:<br>Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                       | 1,27 ±<br>0,04    | 2,37 ±<br>0,51           | 5,46 ±<br>0,95                | 4,64 ±<br>0,51             | 5,78 ±<br>0,38           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 1,27 ±<br>0,04    | 2,19 ±<br>0,43           | 5,67 ±<br>0,85                | 4,90 ±<br>0,58             | 6,06 ±<br>0,38           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 1,24 ±<br>0,06    | 2,34 ±<br>0,48           | 5,36 ±<br>0,93                | 5,02 ±<br>0,50             | 5,55 ±<br>0,42           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 1,27 ±<br>0,05    | 2,19 ±<br>0,42           | 6,27 ±<br>0,81                | 5,24 ±<br>0,45             | 6,27 ±<br>0,18           |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                       | 1,30 ±<br>0,07    | 2,22 ±<br>0,74           | 5,51 ±<br>0,96                | 3,93 ±<br>0,67             | 5,80 ±<br>0,47           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 1,30 ±<br>0,05    | 2,07 ±<br>0,71           | 5,96 ±<br>0,88                | 4,43 ±<br>0,58             | 6,32 ±<br>0,42           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 1,29 ±<br>0,06    | 2,20 ±<br>0,72           | 5,92 ±<br>0,93                | 3,83 ±<br>0,69             | 5,93 ±<br>0,49           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 1,29 ±<br>0,05    | 2,05 ±<br>0,71           | 6,46 ±<br>0,83                | 4,74 ±<br>0,55             | 6,50 ±<br>0,38           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                       | 1,28 ±<br>0,05    | 2,64 ±<br>0,68           | 5,96 ±<br>0,82                | 4,69 ±<br>0,71             | 6,36 ±<br>0,59           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 1,23 ±<br>0,05    | 2,57 ±<br>0,61           | 6,27 ±<br>0,74                | 4,90 ±<br>0,65             | 6,67 ±<br>0,52           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 1,29 ±<br>0,05    | 2,62 ±<br>0,63           | 5,90 ±<br>0,77                | 4,94 ±<br>0,74             | 6,52 ±<br>0,62           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 1,26 ±<br>0,05    | 2,58 ±<br>0,59           | 6,82 ±<br>0,69                | 5,42 ±<br>0,61             | 6,77 ±<br>0,48           |

\*Феностадії за шкалою ВВСН (дод. В). Фактор А – гідротермічні умови періоду досліджень.

Потрібно відмітити, що для обох гібридів було визначено феностадійну неоднорідність формування показника. Для обох гібридів визначено максимальне середнє по досліді значення ЧПФ у міжфазний період стеблування–бутонізація – 6,24 г/м<sup>2</sup> за добу для гібриду Домінатор та 5,61 г/м<sup>2</sup> за добу для гібриду Абсолют. В цілому для всіх варіантів досліді формування показника мало динамічний характер наростання до вже згадуваного максимуму з різними темпами подальшого зниження показника за міжфазний період цвітіння–дозрівання. При цьому темпи зниження у період від фази стеблування до фази дозрівання були в гібридів різні. Для середньораннього гібрида Домінатор мінімальний рівень у середньому по досліді було відмічено у міжфазний період сходи–роzetка – 1,27 г/м<sup>2</sup> за добу, а рівень показника на період цвітіння–дозрівання був 3,94 г/м<sup>2</sup> за добу. У гібриду Абсолют аналогічні показники були на рівні 1,08 г/м<sup>2</sup> за добу та 5,00 г/м<sup>2</sup> за добу відповідно. Такий характер формування можна пояснити з позиції різної ефективності роботи фотосистем рослин гібридів різних груп стиглості у ріпаку озимого, що відмічено у ряді наукових публікацій [68, 310]. Для більш ранньостиглих форм інтенсивність асиміляційної діяльності зміщена у період цвітіння–початок формування стручка. Для пізньостиглих форм, навпаки, в сторону від кінця цвітіння до повного формування стручків. Це співпадає з окремими висновками [99, 311], щодо можливості впливу на генотипи різної стиглості у ріпаку озимого шляхом застосування різних систем удобрення та густоти посіву.

Встановлено позитивний вплив зміни характеру основного блоку удобрення (варіант В<sub>2</sub>). У порівнянні із варіантом базового варіанту (В<sub>1</sub>) отримано усереднений приріст показника ЧПФ на 0,35 г/м<sup>2</sup> за добу (9,2% до варіанту В<sub>1</sub>) у гібрида Домінатор та 0,28 г/м<sup>2</sup> за добу (7,7%) у гібрида Абсолют. Закономірно, враховуючи максимальну пролонговану дію оптимізації удобрення протягом 15–30 діб від дати внесення [152], що максимальний прирістний вплив на показник ЧПФ отримано для обох гібридів у міжфазний період розетка–стеблування – 0,27 г/м<sup>2</sup> за добу (12,7%) у гібриду Домінатор та 0,28 г/м<sup>2</sup> за добу (14,4%) у гібриду Абсолют.

Таблиця 4.5

Чиста продуктивність фотосинтезу в гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від факторів досліду (середнє за 2022–2025 рр.), г/м<sup>2</sup> за добу

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                      | Позакорєнєвє<br>підживлення<br>(D)                                                                   | ЧПФ на фазу*:   |                         |                               |                            |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                      | сход-<br>роетки | роетка –<br>стеблєвання | стеблєвання –<br>бутоїнізація | бутоїнізація –<br>цвітіння | цвітіння –<br>дозрівання |
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                         | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                    | 1,08 ±<br>0,07  | 1,98 ±<br>0,63          | 4,81 ±<br>0,89                | 5,01 ±<br>0,77             | 5,06 ±<br>0,63           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )            | 1,04 ±<br>0,06  | 1,89 ±<br>0,59          | 5,12 ±<br>0,82                | 5,30 ±<br>0,68             | 6,60 ±<br>0,57           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 1,05 ±<br>0,06  | 2,02 ±<br>0,65          | 4,94 ±<br>0,91                | 5,07 ±<br>0,74             | 6,23 ±<br>0,62           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та<br>D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                           | 1,03 ±<br>0,05  | 1,87 ±<br>0,55          | 5,12 ±<br>0,77                | 5,23 ±<br>0,64             | 6,53 ±<br>0,51           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39:<br>Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букал<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                       | 1,10 ±<br>0,05  | 2,18 ±<br>0,63          | 5,10 ±<br>0,82                | 5,76 ±<br>0,68             | 6,72 ±<br>0,56           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 1,09 ±<br>0,05  | 2,00 ±<br>0,61          | 5,16 ±<br>0,80                | 5,53 ±<br>0,57             | 6,43 ±<br>0,52           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 1,07 ±<br>0,05  | 2,15 ±<br>0,65          | 5,20 ±<br>0,84                | 5,26 ±<br>0,63             | 6,10 ±<br>0,53           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 1,08 ±<br>0,04  | 2,00 ±<br>0,57          | 5,20 ±<br>0,71                | 5,55 ±<br>0,52             | 6,74 ±<br>0,49           |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                       | 1,14 ±<br>0,08  | 2,15 ±<br>0,79          | 4,88 ±<br>0,92                | 4,86 ±<br>0,88             | 6,04 ±<br>0,69           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 1,12 ±<br>0,07  | 1,97 ±<br>0,72          | 5,81 ±<br>0,89                | 5,03 ±<br>0,84             | 6,58 ±<br>0,62           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 1,11 ±<br>0,09  | 2,17 ±<br>0,78          | 5,20 ±<br>0,95                | 4,63 ±<br>0,82             | 5,99 ±<br>0,74           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 1,10 ±<br>0,07  | 1,99 ±<br>0,69          | 5,79 ±<br>0,85                | 5,23 ±<br>0,79             | 6,58 ±<br>0,58           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                       | 1,10 ±<br>0,06  | 2,50 ±<br>0,66          | 5,49 ±<br>0,81                | 5,55 ±<br>0,71             | 7,06 ±<br>0,55           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 1,07 ±<br>0,06  | 2,26 ±<br>0,61          | 5,68 ±<br>0,72                | 5,20 ±<br>0,54             | 7,22 ±<br>0,44           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 1,07 ±<br>0,06  | 2,47 ±<br>0,62          | 5,59 ±<br>0,85                | 5,34 ±<br>0,73             | 6,54 ±<br>0,57           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 1,08 ±<br>0,06  | 2,25 ±<br>0,57          | 5,66 ±<br>0,63                | 5,53 ±<br>0,47             | 7,16 ±<br>0,42           |

\*Феностадії за шкалою ВВСН (дод. В). Фактор А – гідротермічні умови періоду досліджень.

У варіанті застосування рістрегуляторів відмічено усереднений приріст ЧПФ на рівні  $0,30 \text{ г/м}^2$  за добу (8,2%) для гібриду Домінатор та  $0,24 \text{ г/м}^2$  за добу (5,5%) для гібриду Абсолют. Максимальні прирости за використання рістрегуляції мали два піки для обох гібридів відповідно у міжфазні періоди розетка–стеблування та бутонізації–цвітіння – відповідно  $0,32 \text{ г/м}^2$  за добу (15,0%) та  $0,71 \text{ г/м}^2$  за добу (16,8%) в гібриду Домінатор та  $0,21 \text{ г/м}^2$  за добу (11,0%) і  $0,42 \text{ г/м}^2$  за добу (8,3%) в гібриду Абсолют.

Застосування позакореневих підживлень засвідчило позитивний вплив на характер формування величини ЧПФ. При цьому максимальне значення показника було зафіксовано у варіанті комбінованого використання мікродобрив у позакореневе підживлення (варіант  $D_4$ ). У співставленні варіантів  $D_4$  та  $D_1$  максимальне зростання величини ЧПФ за комбінованого варіанту підживлення ідентифіковано в обох гібридів для міжфазних періодів стеблування–бутонізація та бутонізація–цвітіння – до відносного приросту 17,5 та 15,5% для гібриду Домінатор та 11,3% і 10,7% для гібриду Абсолют.

Взаємодія проаналізованих чинників та визначена їх позитивна дія сформували максимальний показник ЧПФ по облікових міжфазних періодах у варіанті поєднання поліпшеного варіанту основного блоку удобрення (варіант  $B_2$ ) на фоні дворазового застосування ріст регуляції ( $C_2$ ) та дворазового застосування позакореневих підживлень ( $D_4$ ) –  $4,57 \text{ г/м}^2$  за добу в гібриду Домінатор та  $4,34 \text{ г/м}^2$  за добу в гібриду Абсолют. У співставленні до варіанту з мінімальним набором факторів оптимізації (комбінація факторів  $B_1C_1D_1$ ) отриманий показник у гібриду Домінатор був вищим на  $0,95 \text{ г/м}^2$  за добу, що склало приріст у 26,3%. Для гібриду Абсолют аналогічні показники були у значенні  $0,75 \text{ г/м}^2$  за добу та 20,8% відповідно.

Важливість оптимізації показників площі листової поверхні, ФП та ЧПФ з орієнтацією на базовий показник біопродуктивності – вихід сухої речовини підтверджена результатами кореляційного співставлення (рис. 4.5), відповідно о якого рівень детермінації ( $d_{xy}$ ) виходу сухої речовини за вирощування досліджуваних гібридів ріпаку озимого у взаємодії факторів досліду на 59,7% визначала площею листової поверхні, на 50,5% ФП та на 41,4% ЧПФ.



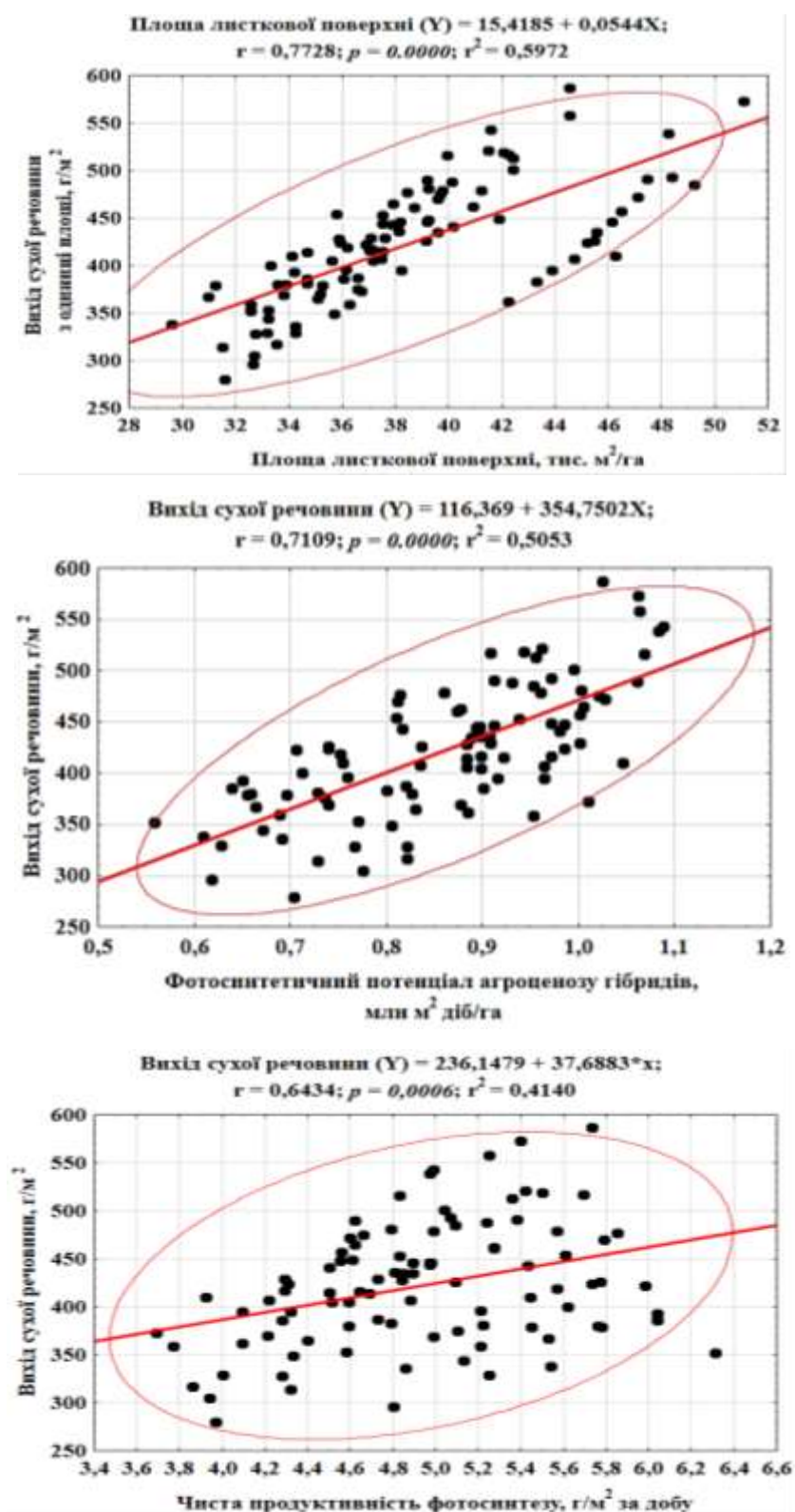


Рисунок 4.5 – Регресійне співвідношення виходу сухої речовини з одиниці площі посіву гібридів ріпаку озимого залежно від параметрів обсягів та функціоналу їх листкової поверхні (зведений маси даних середніх показників по повтореннях у системі гібриди–варіанти досліді ( $N=96$ ))

Реакційно-регресійним аналізом підтверджено також позитивний вплив запропонованого варіанту оптимізації технології вирощування гібридів ріпаку озимого в досліді у виразі умовного коефіцієнта оптимізації технології у єдиній системі з показником площі листової поверхні та показником ЧПФ (рис. 4.6).

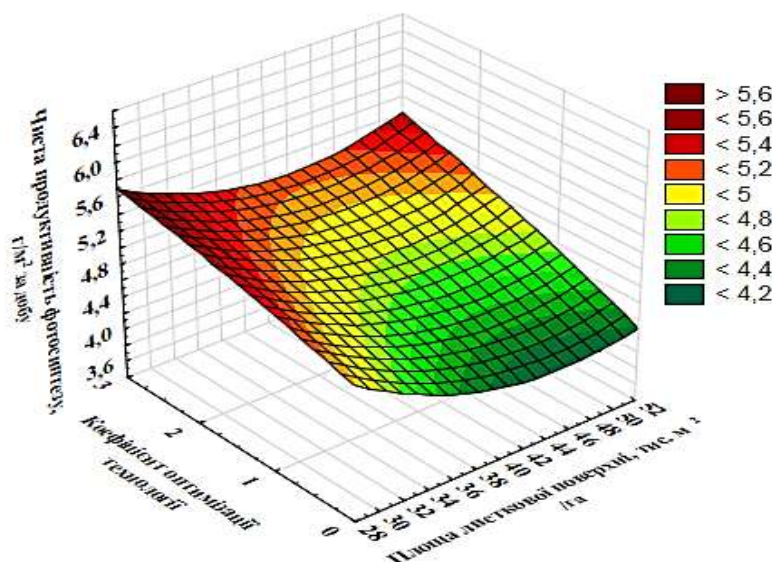


**Рисунок 4.6 – Реакційна поверхня оцінки реалізації продуктивності листової поверхні гібридів ріпаку озимого за критерієм чистої продуктивності фотосинтезу у системі застосованих варіантів досліджень через умовний коефіцієнт оптимізації технології (у масиві даних за міжфазний період сходи–цвітіння для двох гібридів за 2022–2025 рр. способом від’ємного експоненціального вирівнювання)**

Відповідно до представленої візуалізації залежності, поступове залучення чинників поліпшення умов кореневого та позакореневого живлення на фоні дворазового застосування ріст регулюючих препаратів сприяє можливості отримання вищих рівнів фотосинтетичної продуктивності агроценозу інтенсивних гібридів ріпаку озимого у більш широкому інтервалі показники площі асиміляційної поверхні, ніж за відсутності вказаних заходів оптимізації. Такі висновки підтверджено параболічною системою градаційних ліній реакційної поверхні у співвідношенні до градаційної шкали осі показника площі листової поверхні.

### **4.3. Показники індукції флуоресценції хлорофілу залежно від сформованого біопотенціалу рослин ріпаку озимого та застосованих варіантів оптимізації їх живлення**

Відомо, що листкова поверхня будь-якого виду рослин – це складна ієрархічна індикативна система, яка є чутливою з позиції реакції як стресової направленості довкілля, так і технологічної направленості на оптимізацію ростових процесів з метою отримання вищих рівнів урожайності та якості [318]. З цієї позиції процес флуоресценція хлорофілу – це індикаційний метод оцінки інтенсивності та направленості протікання фотохімічних перетворень на базових реакційних центрах фотосистеми II рослинного організму [319, 320]. Застосування показника інтенсивності флуоресценції хлорофілу (ІФХ) та його візуалізація у формі графічної кривої (кривої Каутського) дозволяє отримати більш достовірні та глибинні показники стосовно стану фотосинтезу у асиміляційних тканинах на фоні тих чи інших застосованих технологічних рішень при вирощуванні відповідних сільськогосподарських культур [321–324].

Сама форма кривої Каутського широко застосовується науковою світовою спільнотою в дослідженні ефективності різних технологічних прийомів, удобрення, рістрегуляції за вирощування багатьох видів рослин [325, 326].

На сьогодні доведено, що певні ділянки кривої Каутського (див. рис. 2.4) є надійними індикаторами для оцінки функціонування асиміляційної поверхні рослин та ідентифікації рівня оптимальності чи рівня стресовості застосованих агроприйомів різноманітного спрямування [326, 327], що дозволяє істотно поліпшити аналіз їх направленості та агротехнологічної доцільності.

У сучасній практиці процес фіксації результатів обліку флуоресценції хлорофілу проводиться за використання портативних флуорометрів. Українська наука має власну розробку у цьому плані – портативний флуорометр «Флоратест» [321, 327–330], який і було використано у дослідженнях

Результати багаторічного застосування портативного флуорометра у досліді засвідчили статистично достовірну реакцію рослин гібридів ріпаку озимого на зміни чинників досліді (табл. 4.6–4.7).

Таблиця 4.6

**Індикатори кривої індукції флуоресценції хлорофілу в гібриду Домінатор на фазу цвітіння (ВВСН 64–65) залежно від застосованих варіантів досліду (середнє за 2022–2025 рр.), відносних одиниць еталона флуоресценції**

| Фонове<br>удобрення (В)* | Регулятори<br>росту (С) | Варіант піджив-<br>лення (D)                                                                                                                        | F <sub>0</sub>  | F <sub>pl</sub> | F <sub>m</sub>  | F <sub>st</sub> | dF <sub>pl</sub> | F <sub>v</sub>   | dF <sub>pl</sub> /F <sub>v</sub> | EP             |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|----------------|
| B <sub>1</sub>           | C <sub>1</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                      | 435             | 499             | 1579            | 516             | 64               | 1144             | 0,056                            | 0,725          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                      | 441             | 517             | 1845            | 555             | 76               | 1404             | 0,054                            | 0,761          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                      | 449             | 535             | 1920            | 563             | 86               | 1471             | 0,058                            | 0,766          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                      | 451             | 554             | 1955            | 581             | 103              | 1504             | 0,068                            | 0,769          |
|                          | C <sub>2</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                      | 438             | 492             | 1780            | 524             | 54               | 1342             | 0,040                            | 0,754          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                      | 440             | 502             | 1842            | 534             | 62               | 1402             | 0,044                            | 0,761          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                      | 445             | 510             | 1986            | 554             | 65               | 1541             | 0,042                            | 0,776          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                      | 451             | 520             | 2041            | 567             | 69               | 1590             | 0,043                            | 0,779          |
| B <sub>2</sub>           | C <sub>1</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                      | 442             | 473             | 1893            | 524             | 31               | 1451             | 0,021                            | 0,767          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                      | 466             | 503             | 2039            | 554             | 37               | 1573             | 0,024                            | 0,771          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                      | 477             | 516             | 2156            | 583             | 39               | 1679             | 0,023                            | 0,779          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                      | 486             | 545             | 2244            | 601             | 59               | 1758             | 0,034                            | 0,783          |
|                          | C <sub>2</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                      | 459             | 502             | 2017            | 557             | 43               | 1558             | 0,028                            | 0,772          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                      | 470             | 520             | 2083            | 573             | 50               | 1613             | 0,031                            | 0,774          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                      | 475             | 527             | 2220            | 588             | 52               | 1745             | 0,030                            | 0,786          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                      | 481             | 536             | 2358            | 612             | 55               | 1877             | 0,029                            | 0,796          |
| B                        | C                       | D                                                                                                                                                   | L <sub>wp</sub> | Q <sub>ue</sub> | RF <sub>d</sub> | K <sub>ef</sub> | QP               | K <sub>prp</sub> | K <sub>fd</sub>                  | V <sub>t</sub> |
| B <sub>1</sub>           | C <sub>1</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                      | 3,630           | 0,380           | 2,060           | 0,327           | 0,929            | 2,630            | 3,060                            | 0,071          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                      | 4,184           | 0,314           | 2,324           | 0,301           | 0,919            | 3,184            | 3,324                            | 0,081          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                      | 4,276           | 0,305           | 2,410           | 0,293           | 0,923            | 3,276            | 3,410                            | 0,077          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                      | 4,335           | 0,300           | 2,365           | 0,297           | 0,914            | 3,335            | 3,365                            | 0,086          |
|                          | C <sub>2</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                      | 4,064           | 0,326           | 2,397           | 0,294           | 0,936            | 3,064            | 3,397                            | 0,064          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                      | 4,186           | 0,314           | 2,449           | 0,290           | 0,933            | 3,186            | 3,449                            | 0,067          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                      | 4,463           | 0,289           | 2,585           | 0,279           | 0,929            | 3,463            | 3,585                            | 0,071          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                      | 4,525           | 0,284           | 2,600           | 0,278           | 0,927            | 3,525            | 3,600                            | 0,073          |
| B <sub>2</sub>           | C <sub>1</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                      | 4,283           | 0,305           | 2,613           | 0,277           | 0,943            | 3,283            | 3,613                            | 0,057          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                      | 4,376           | 0,296           | 2,681           | 0,272           | 0,944            | 3,376            | 3,681                            | 0,056          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                      | 4,520           | 0,284           | 2,698           | 0,270           | 0,937            | 3,520            | 3,698                            | 0,063          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                      | 4,617           | 0,276           | 2,734           | 0,268           | 0,935            | 3,617            | 3,734                            | 0,065          |
|                          | C <sub>2</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                      | 4,394           | 0,295           | 2,621           | 0,276           | 0,937            | 3,394            | 3,621                            | 0,063          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                      | 4,432           | 0,291           | 2,635           | 0,275           | 0,936            | 3,432            | 3,635                            | 0,064          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                      | 4,674           | 0,272           | 2,776           | 0,265           | 0,935            | 3,674            | 3,776                            | 0,065          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                      | 4,902           | 0,256           | 2,853           | 0,260           | 0,930            | 3,902            | 3,853                            | 0,070          |
| HP <sub>05</sub> **      | F <sub>0</sub>          | A 5,26; B 4,29; C 4,29; D 6,07; AB 7,44; AC 7,44; AD 10,52; BC 6,07; BD 8,59; CD 8,59; ABC 10,52; ABD 14,87; ACD 14,87; BCD 12,14; ABCD 21,03       |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                                  |                |
|                          | F <sub>pl</sub>         | A 5,07; B 4,14; C 4,14; D 5,85; AB 7,16; AC 7,16; AD 10,13; BC 5,85; BD 8,27; CD 8,27; ABC 10,13; ABD 14,33; ACD 14,33; BCD 11,70; ABCD 20,26       |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                                  |                |
|                          | F <sub>m</sub>          | A 9,70; B 7,92; C 7,92; D 11,20; AB 13,72; AC 13,72; AD 19,41; BC 11,20; BD 15,84; CD 15,84; ABC 19,41; ABD 27,44; ACD 27,44; BCD 22,41; ABCD 38,81 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                                  |                |
|                          | F <sub>st</sub>         | A 3,52; B 2,88; C 2,88; D 4,07; AB 4,98; AC 4,98; AD 7,05; BC 4,07; BD 5,75; CD 5,75; ABC 7,05; ABD 9,96; ACD 9,96; BCD 8,14; ABCD 14,09            |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                                  |                |

\*Фактор А – умови відповідного сезону вегетації (гідротермічний режим) (повна розшировка варіантів в табл. 2.4); \*\* Сформовано на підставі додатків П. 1–П. 4.

Визначено, що початковий рівень кривої ІФХ ( $F_0$ ) є індикатором загальної активності фото системи асиміляційної паренхіми листкової поверхні. Зниження його значення у відповідному варіанті досліду свідчить на користь сповільнення якісних перетворень у фотосистемі рослини та формує передумови для адекватної редукції кількості нагромадженої сухої речовини у підсумку [319, 323]. У співставленні варіантів поліпшеного ( $B_2$ ) та основного блоку удобрення ( $B_1$ ) у середньому за період досліджень визначено зростання показника  $F_0$  на 5,7% та 6,1% відповідно у гібридів Домінатор (табл. 4.6) та Абсолют (табл. 4.7). Це доводить фізіологічні переваги застосування поліпшеного варіанту основного удобрення, зокрема використання у ранньовесняний період одночасно трьох форм азоту спираючись на аналогічні результати та висновки оцінки параметра за зміни системи удобрення на ріпаку озимому та ряді інших культур [329, 330].

Застосування варіантів рістрегуляції при мінімальному прирістному впливі на користь застосування останніх, було істотно недостовірним у системі досліду. Такий характер формування показника було пояснено з позиції домінуючого впливу ретардантів на морфогенез тканин, а тому відбувається процес фітохімічного вирівнювання ефекту впливу, так званий прихована реакції фотосистеми за реально якісно позитивної зміни інтенсифікації фотосинтезу за використання рістрегуляторів, зокрема таких як Карамба Турбо, що підтверджується рядом узагальнень [215].

Застосування системи позакореневого живлення формувало найбільш істотну відмінність між варіантами різнострокового одноразового підживлення та їх поєднання з позиції формування показника  $F_0$ . За співставлення варіантів досліду  $D_2$ – $D_3$ – $D_4$  відповідні прирости були у значенні 2,4%, 3,1% та 5,4% у гібриду Домінатор та 2,8%, 4,4% та 5,7% відповідно у гібриду Абсолют.

Ще один показник кривої ІФХ – рівень флуоресценції зони «плато» на кривій ІФХ ( $F_{pl}$ ) є детермінантою інтенсивності обміну енергією у реакційних центрах фотосистеми рослин [323, 331].

Таблиця 4.7

**Індикатори кривої індукції флуоресценції хлорофілу в гібриду Абсолют на фазу цвітіння (ВВСН 64–65) залежно від застосованих варіантів досліду (середнє за 2022–2025 рр.), відносних одиниць еталона флуоресценції**

| Фонове<br>удобрення (В)* | Регулятори<br>росту (С) | Варіант піджив-<br>лення (D)                                                                                                                           | F <sub>0</sub>  | F <sub>pl</sub> | F <sub>m</sub>  | F <sub>st</sub> | dF <sub>pl</sub> | F <sub>v</sub>   | dF <sub>pl</sub> /F <sub>v</sub> | EP             |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|----------------|
| B <sub>1</sub>           | C <sub>1</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                         | 439             | 494             | 1682            | 530             | 55,08            | 1243,4           | 0,044                            | 0,739          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                         | 450             | 512             | 1827            | 572             | 62,22            | 1377             | 0,045                            | 0,754          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                         | 458             | 530             | 1901            | 580             | 72,42            | 1443,3           | 0,050                            | 0,759          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                         | 460             | 549             | 1936            | 599             | 88,74            | 1475,9           | 0,060                            | 0,762          |
|                          | C <sub>2</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                         | 447             | 487             | 1762            | 540             | 39,78            | 1314,8           | 0,030                            | 0,746          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                         | 449             | 497             | 1824            | 551             | 47,94            | 1375             | 0,035                            | 0,754          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                         | 454             | 505             | 1966            | 571             | 51,00            | 1511,6           | 0,034                            | 0,769          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                         | 460             | 515             | 2021            | 585             | 55,08            | 1560,6           | 0,035                            | 0,772          |
| B <sub>2</sub>           | C <sub>1</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                         | 451             | 468             | 1874            | 540             | 17,34            | 1422,9           | 0,012                            | 0,759          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                         | 476             | 498             | 2019            | 571             | 21,42            | 1542,2           | 0,014                            | 0,764          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                         | 487             | 511             | 2135            | 601             | 24,48            | 1648,3           | 0,015                            | 0,772          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                         | 496             | 540             | 2222            | 620             | 43,86            | 1725,8           | 0,025                            | 0,777          |
|                          | C <sub>2</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                         | 468             | 497             | 1997            | 574             | 28,56            | 1529,0           | 0,019                            | 0,766          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                         | 480             | 515             | 2062            | 591             | 34,68            | 1582,0           | 0,022                            | 0,767          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                         | 485             | 522             | 2198            | 606             | 37,74            | 1713,6           | 0,022                            | 0,780          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                         | 491             | 531             | 2265            | 631             | 40,80            | 1774,4           | 0,023                            | 0,783          |
| B                        | C                       | D                                                                                                                                                      | L <sub>wp</sub> | Q <sub>ue</sub> | RF <sub>d</sub> | K <sub>ef</sub> | QP               | K <sub>prp</sub> | K <sub>fd</sub>                  | V <sub>t</sub> |
| B <sub>1</sub>           | C <sub>1</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                         | 3,835           | 0,353           | 2,171           | 0,315           | 0,926            | 2,835            | 3,171                            | 0,074          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                         | 4,061           | 0,327           | 2,193           | 0,313           | 0,911            | 3,061            | 3,193                            | 0,089          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                         | 4,151           | 0,317           | 2,276           | 0,305           | 0,915            | 3,151            | 3,276                            | 0,085          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                         | 4,208           | 0,312           | 2,233           | 0,309           | 0,906            | 3,208            | 3,233                            | 0,094          |
|                          | C <sub>2</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                         | 3,943           | 0,340           | 2,265           | 0,306           | 0,929            | 2,943            | 3,265                            | 0,071          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                         | 4,064           | 0,326           | 2,311           | 0,302           | 0,926            | 3,064            | 3,311                            | 0,074          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                         | 4,330           | 0,300           | 2,441           | 0,291           | 0,922            | 3,330            | 3,441                            | 0,078          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                         | 4,392           | 0,295           | 2,451           | 0,290           | 0,920            | 3,392            | 3,451                            | 0,080          |
| B <sub>2</sub>           | C <sub>1</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                         | 4,156           | 0,317           | 2,473           | 0,288           | 0,938            | 3,156            | 3,473                            | 0,062          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                         | 4,238           | 0,309           | 2,534           | 0,283           | 0,938            | 3,238            | 3,534                            | 0,062          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                         | 4,388           | 0,295           | 2,553           | 0,281           | 0,931            | 3,388            | 3,553                            | 0,069          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                         | 4,481           | 0,287           | 2,582           | 0,279           | 0,928            | 3,481            | 3,582                            | 0,072          |
|                          | C <sub>2</sub>          | D <sub>1</sub>                                                                                                                                         | 4,266           | 0,306           | 2,478           | 0,288           | 0,931            | 3,266            | 3,478                            | 0,069          |
|                          |                         | D <sub>2</sub>                                                                                                                                         | 4,293           | 0,304           | 2,492           | 0,286           | 0,930            | 3,293            | 3,492                            | 0,070          |
|                          |                         | D <sub>3</sub>                                                                                                                                         | 4,537           | 0,283           | 2,628           | 0,276           | 0,929            | 3,537            | 3,628                            | 0,071          |
|                          |                         | D <sub>4</sub>                                                                                                                                         | 4,617           | 0,277           | 2,587           | 0,279           | 0,921            | 3,617            | 3,587                            | 0,079          |
| HIP <sub>05</sub> **     | F <sub>0</sub>          | A 10,49; B 8,56; C 8,56; D 12,11; AB 14,83; AC 14,83; AD 20,98; BC 12,11; BD 17,13; CD 17,13; ABC 20,98; ABD 29,67; ACD 29,67; BCD 24,22; ABCD 41,96   |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                                  |                |
|                          | F <sub>pl</sub>         | A 5,23; B 4,27; C 4,27; D 6,04; AB 7,40; AC 7,40; AD 10,47; BC 6,04; BD 8,55; CD 8,55; ABC 10,47; ABD 14,80; ACD 14,80; BCD 12,09; ABCD 20,94          |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                                  |                |
|                          | F <sub>m</sub>          | A 13,27; B 10,84; C 10,84; D 15,32; AB 18,77; AC 18,77; AD 26,54; BC 15,32; BD 21,67; CD 21,67; ABC 26,54; ABD 37,54; ACD 37,54; BCD 30,65; ABCD 53,08 |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                                  |                |
|                          | F <sub>st</sub>         | A 3,31; B 2,70; C 2,70; D 3,82; AB 4,68; AC 4,68; AD 6,61; BC 3,82; BD 5,40; CD 5,40; ABC 6,61; ABD 9,35; ACD 9,35; BCD 7,64; ABCD 13,23               |                 |                 |                 |                 |                  |                  |                                  |                |

\*Фактор А – умови відповідного сезону вегетації (гідротермічний режим) (повна розшировка варіантів в табл. 2.4); \*\* Сформовано на підставі додатків П. 5–П. 8.

Відмічено, що оптимізація умов мінерального живлення рослин формує позитивні умови якісної стабілізації фотосистеми фолійної частини рослин що забезпечує істотне зростання висоти положення цієї точки на графіку [319, 330]. Подібні результати було отримано і в даних дослідженнях (рис. 4.7) – застосування позакореневих підживлень у послідовному ряду його варіантів  $D_2$ – $D_3$ – $D_4$  у співставленні до варіанту без застосування підживлень ( $D_1$ ) забезпечило сталий приріст даного показника у значенні 3,9%, 6,2% та 9,6% у гібриду Домінатор та, відповідно, 4,1%, 6,7% та 10,1% у гібриду Абсолют.

Вплив ріст регуляції за аналогією з специфікою формування показника  $F_0$  також мало певні особливості, а саме зниження показника у відносному значенні на 1,0%, що додатково доводить складу дію ретардатних речовин на рубіжний енергетичний обмін фотосистеми рослин та може бути реакцією рослинного організму на біохімічну перебудову інтенсивності та направленості ростових процесів при застосуванні вискоефективних ріст регуляторів, на що вказується в ряді оцінок [323, 331].

Динаміка формування максимального рівня флуоресценції кривої ІФХ ( $F_m$ ), який є основним показником загальної продуктивності рослин [319] також мала істотну залежність від варіантів досліду. Так, визначено відносний приріст даного показника на рівні 16,5% у гібриду Домінатор та 14,2% у гібриду Абсолют при порівнянні варіантів поліпшеного ( $B_2$ ) та базового ( $B_1$ ) рівнів удобрення в досліді. Також отримано позитивні прирости при застосуванні рістрегуляції (4,5% для гібриду Домінатор та 3,2% для гібриду Абсолют). Максимальні показники позитивної реакції було відмічено за інтенсивного зростання показника максимального рівня флуоресценції на фоні застосування позакореневих підживлень, що підтверджує ефективність комплексних мікродобрив [329]. Так, прирости до  $D_1$  в ряду варіантів  $D_2$ – $D_3$ – $D_4$  становили у гібриду Домінатор 7,4%, 13,9% та 18,3% (табл. 4.6). Для гібриду Абсолют аналогічні показники були на рівні 5,7%, 12,1% та 15,4% відповідно (табл. 4.6).



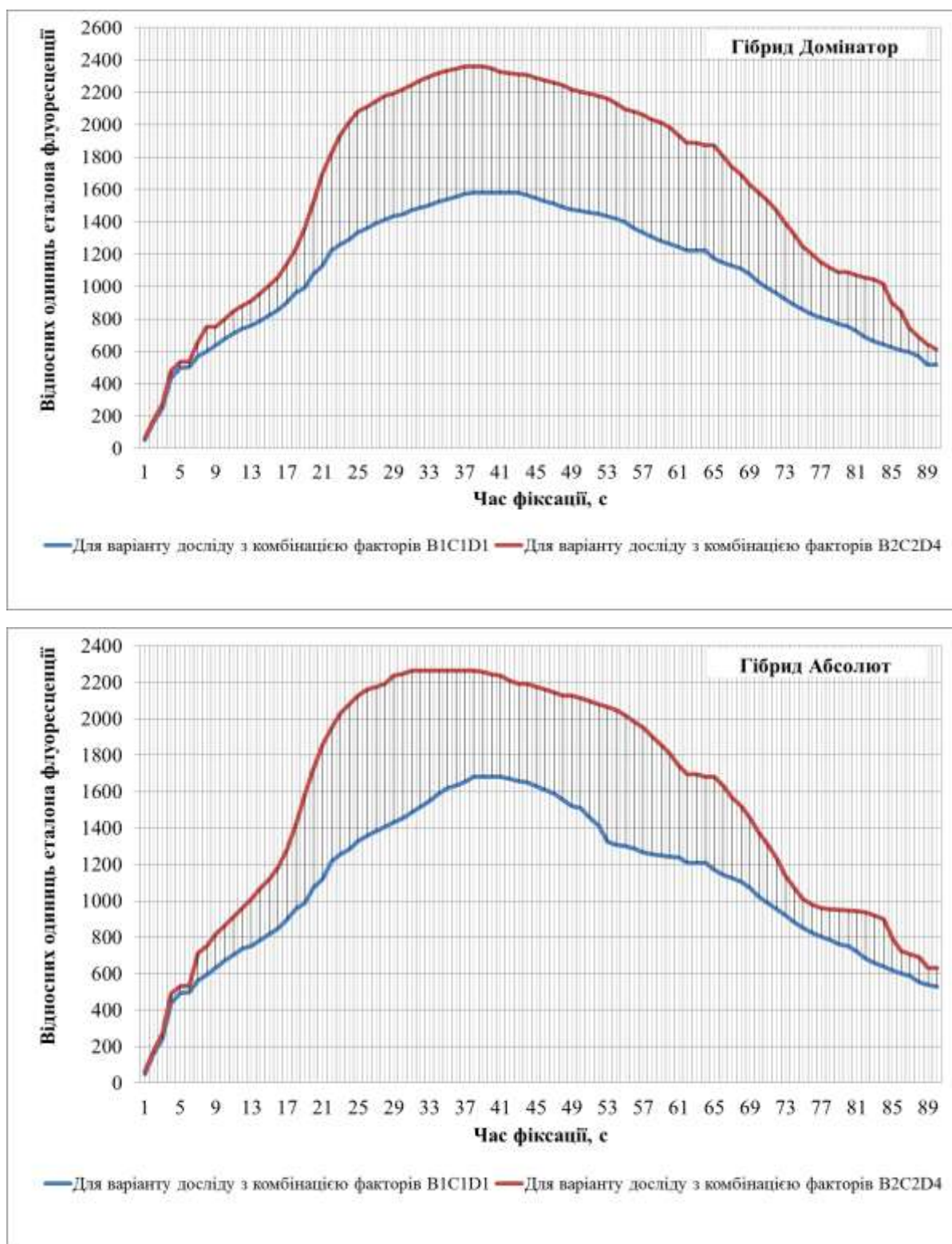


**Рисунок 4.7 – Крива індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ) у гібридів ріпаку озимого на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 64–65) залежно від застосованих варіантів дослід (крива на основі середньобагаторічних показників за період 2022–2025 рр. у відносних одиницях еталона флуоресценції)**



Дає відповідні уявлення про ефективність варіантів досліду і оцінка показника стаціонарного рівня флуоресценції ( $F_{st}$ ). Ділянку кривої ІФХ в інтервалі від показника  $F_m$  до  $F_{st}$  (див. рис. 2,7 та 4.7) – його зростання результат погіршення стану асиміляційної поверхні рослин [319]. Максимальне значення показника  $F_{st}$  відмічено у варіантах з максимальним поєднанням чинників оптимізації вирощування гібридів ріпаку озимого (комбінація факторів  $B_2-C_2-D_4$ ) – 612 відносних одиниць еталона флуоресценції у гібриду Домінатор та 631 одиниць еталона флуоресценції у гібриду Абсолют з відносним приростом до варіанту з мінімальним поєднанням чинників оптимізації технології (комбінація  $B_1-C_1-D_1$ ) на рівні 18,6% у гібрида Домінатор та 19,1% у гібрида Абсолют.

Застосування похідних показників кривої ІФХ також дозволило підтвердити ефективність окремих варіантів досліду. Зокрема, показник  $F_v$ , що є детермінуючим в оцінці інтенсивності швидкості біохімічної реакції у реакційних центрах фотосистеми рослин [323] засвідчив стале та динамічне зростання на рівні 16,8% у співсталенні варіантів  $B_2$  і  $B_1$  у гібриду Абсолют та 20,0% у гібриду Домінатор. Аналогічні прирости у системі порівняння варіантів  $C_2$  і  $C_1$  склали приріст 4,1% та 5,7%, а також та 22,5% і 18,6% відповідно по гібридах за співставлення варіантів  $D_4$  та  $D_1$ .

Ще один показник водний потенціал листка ( $L_{wp}$ ), який відповідає за оцінку водного потенціалу листя та оводненість тканин листка і може бути використаний для оцінки стресостійкості асиміляційної поверхні за виражених ризиків ґрунтової та атмосферної посухи [319, 330] також мав позитивні прирости у середньому по гібридах для відношення чинників  $B_2/B_1$  на рівні 7,1%,  $C_2/C_1$  на рівні 4,3%,  $D_1/D_4$  на рівні 11,3%.

Величина індексу життєздатності рослин ( $RF_d$ ), яка індукує рівень віталітету та стресостійкості відповідного агроценозу залежно від варіантів його технологічного створення [328] мав виражену сталу тенденцію до зростання по мірі інтенсифікації елементів удобрення та ріст регуляції з двома позакореновими підживленнями в одному поєднанні і у співставленні до варіанту з мінімальним набором факторів оптимізації було отримано

приріст на рівні 38,5% у гібриду Домінатор та 19,2% у гібрида Абсолют. На підставі чого можна зробити висновок, що на фенологічну фазу цвітіння рослини гібриду Абсолют були у більш вираженому стресовому стані, ніж рослини гібриду Домінатор, що підтверджується зниженими морфологічними параметрами показників біопродуктивного розвитку. Цей висновок також узгоджується за результатами оцінки показника темпів квантового гасіння індукції флуоресценції хлорофілу ( $Q_{ue}$ ) та рівня квантового виходу енергії (QR) (табл. 4.6–4.7) – по гібридах встановлено зниження вказаних показників на 8,3% та 2,2%, що, з урахуванням цілого ряду досліджень [319, 323, 328, 329, 330], визначає скорочення загальної тривалості зміни флуоресценції для варіантів з максимальним поєднанням факторів оптимізації в досліді (комбінація факторів  $B_2-C_2-D_4$ ), що додатково дозволило оцінити стан фотосистеми дослідних рослин у цьому варіанті як більш ефективний в порівнянні до варіантів з базовим блоком основного удобрення без застосування рістрегуляції та системи підживлень.

Відмічено, що такі критерії як індекс ефективності первинних реакцій фотосинтезу ( $K_{prp}$ ) та коефіцієнт згасання флуоресценції ( $K_{fd}$ ) ідентифікують рівень абіотичного тиску на асиміляційну поверхню рослин в агроценозі за їх зниження [323, 331]. За визначеного у досліді істотного підвищення у відносному виразі показника  $K_{prp}$  (на 48,4% у гібриду Домінатор та на 27,6% у гібриду Абсолют) та показника  $K_{fd}$  (на 25,9% у гібриду Домінатор та на 13,1% у гібриду Абсолют) – доведена оптимізація росту рослин, шляхом зниження рівня стресовості їх стану та оптимізації ростових процесів у варіанті поліпшеного варіанту основного блоку удобрення при комбінованому застосуванні ріст регулюючих речовин та бінарної системи позакореневих підживлень у фази стеблування та бутонізації.

Зроблений аналіз та узагальнення повністю узгоджуються з характером кривих на рис. 4.7 для обох гібридів, де ординатне положення всіх точок графіка ІФХ істотно вище для варіанту комбінації факторів  $B_2-C_2-D_4$  на противагу варіанту з аналогічною комбінацією у значенні  $B_1-C_1-D_1$ .

## Висновки до розділу 4

1. Встановлено, що максимальна площа листкової поверхні була сформована на фазу цвітіння у варіанті поєднання поліпшеного варіанту основного блоку удобрення (варіант  $B_2$ ) на фоні дворазового застосування рістрегуляції ( $C_2$ ) та дворазового застосування позакореневих підживлень ( $D_4$ ) – 43,48 тис.  $m^2/га$  у гібриду Домінатор та 41,51 тис.  $m^2/га$  у гібриду Абсолют з приростом до варіанту з мінімальним набором факторів оптимізації (комбінація факторів  $B_1C_1D_1$ ) отриманий показник був вищим на 7,47 тис.  $m^2/га$  (20,7%) у гібриду Домінатор та 7,96 тис.  $m^2/га$  (23,7%) у гібриду Абсолют.

2. Визначено, що максимальний показник ФП за період сходів–достигання було відмічено у варіанті поєднання поліпшеного варіанту основного блоку удобрення (варіант  $B_2$ ) на фоні дворазового застосування рістрегуляції ( $C_2$ ) та дворазового застосування позакореневих підживлень ( $D_4$ ) – 2,868 млн.  $m^2діб/га$  (з приростом до варіанту з мінімальною комбінацією факторів оптимізації на рівні 0,550 млн.  $m^2діб/га$  (23,7%)) у гібриду Домінатор та 2,824 млн.  $m^2діб/га$  (0,622 млн.  $m^2діб/га$  (28,2%)) у гібриду Абсолют.

3. Встановлено, що максимальний показник ЧПФ отримано у варіанті поєднання поліпшеного варіанту основного блоку удобрення (варіант  $B_2$ ) на фоні дворазового застосування ріст регуляції ( $C_2$ ) та дворазового застосування позакореневих підживлень ( $D_4$ ) – 4,57  $г/м^2$  за добу в гібриду Домінатор та 4,34  $г/м^2$  за добу в гібриду Абсолют з приростом до варіанту з мінімальним набором факторів оптимізації (комбінація факторів  $B_1C_1D_1$ ) у значенні 0,95  $г/м^2$  за добу (26,3%) та 0,75  $г/м^2$  за добу (20,8%) відповідно.

4. Визначено, що оптимізовані значення базових та похідних показників кривої ІФХ відмічено у варіанті, що передбачає поліпшену систему фонового удобрення (варіант  $B_2$ ), застосування рістрегулюючих препаратів із фунгіцидним ефектом (варіант  $C_2$ ) та використання системи позакореневих підживлень за технологічним змістом варіанту  $D_4$  досліджу.

### Список використаної літератури до розділу 4

296. Васалатій Н. В. Вплив агрометеорологічних умов на формування площі листової поверхні та фотосинтетичну продуктивність озимого ріпаку в осінньо-зимовий період вегетації. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. № 15. С. 110–117.
297. Zhang W., Li Z., Pu Y., Zhang Y., Tang Z.; Fu, J., Xu W., Xiang Y., Zhang F. Estimation of the Leaf Area Index of Winter Rapeseed Based on Hyperspectral and Machine Learning. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. 12930. DOI: 10.3390/su151712930
298. Kappen L., Hammler A., Schultz G. Seasonal Changes in the Photosynthetic Capacity of Winter Rape Plants under Different Nitrogen Regimes Measured in the Field. *Journal of Agronomy & Crop Science*. 1998. Vol. 181. P. 179–187. DOI: 10.1111/j.1439-037X.1998.tb00415.x
299. Sharifi R. S., Zadeh M. Z., Seiedi M. N. Evaluation of yield and growth indices of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in different nitrogen fertilization levels. *Journal of Phytology*. 2009. Vol. 6. P. 475–481.
300. Hunková E., Živčák M., Olšovská K. Leaf area duration of oilseed rape (*Brassica napus* subsp. *napus*) varieties and hybrids and its relationship to selected growth and productivity parameters. *Journal of Central European Agriculture*. 2011. Vol. 12(1). P. 1–15. DOI: 10.5513/JCEA01/12.1.873
301. Dellero Y, Jossier M, Bouchereau A, Hodges M, Leport L. Leaf Phenological Stages of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Have Conserved Photosynthetic Efficiencies but Contrasted Intrinsic Water Use Efficiencies at High Light Intensities. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 15. № 12. 659439. DOI: 10.3389/fpls.2021.659439
302. Tsytsiura Y. Formation and determination of the individual area of oilseed radish leaves in agrophytocenoses of different technological construction. *Agronomy Research*. 2020. Vol. 18. № 3. P. 2217–2244. DOI: 10.15159/ar.20.219
303. Malagoli P., Laine P., Rossato L., Ourry A. Dynamics of Nitrogen Uptake and Mobilization in Field-grown Winter Oilseed Rape (*Brassica napus*)

from Stem Extension to Harvest: I. Global N Flows between Vegetative and Reproductive Tissues in Relation to Leaf Fall and their Residual N. *Annals of Botany*. Vol. 95. Issue 5. P. 853–861. DOI: 10.1093/aob/mci091

304. Bakhmat M. I., Sendetsky I. V., Kozina T. V., Sendetsky V. M. The influence of growth regulator and seeding rates on the formation of winter rape production in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Agrology*. 2019. Vol. 2. Iss. 3. P. 189–193.

305. Filipova M., Zheleva I., Sulejmenova N., Abildaev E. An Analysis of Growth Factors of Rapeseed at Modern Resource-saving Technology. *AIP Conference Proceedings*. 2017. 1895. 030001.

306. Jankovska-Bortkevič E., Jurkonienė S., Gavelienė V., Prakas P. Oilseed Rape: Biology, Use, Current Cultivation Issues and Agronomic Management. *IntechOpen*. 2023. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/85363> (дата звернення 20.09.2025 р.)

307. Kaushik P., Pati K.P., Khan M.L., Khare P.K. A quick and simple method for estimating leaf area by leaf weight. *International Journal of Botany Studies*. 2021. Vol. 6. Iss. 6. P. 1286–1288.

308. Jankowski K.J., Sokólski M., Bogucka B., Dubis B. Micro-Granulated Starter Fertilizer Effects on Growth and Productivity of Winter Oilseed Rape. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, Iss. 6. P. 2250–2258. DOI: 10.2134/agronj2018.01.0046

309. Wang C., Yang J., Chen W. Contribution of the leaf and silique photosynthesis to the seeds yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in reproductive stage. *Science Reports*. 2023. Vol. 13. e 4721. DOI: 10.1038/s41598-023-31872-6

310. Yurchuk S. Formation of the leaf surface area of winter rapeseed depending on the technological methods of cultivation. *Feeds and Feed Production*. 2025. Vol.99. P. 112–126. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202599-10

311. Василенко С.В. Озимий ріпак: сучасні гібриди, технології вирощування та способи підживлення. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. Ч. 4. С. 38–43. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-4-5

312. Гойсюк Ю.В., Гойсюк С.О. Наростання листкової поверхні та урожайність гібридів ріпаку озимого в північно-східній частині Лісостепу Західного. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2024. Вип. 2. С. 67–71. DOI: 10.54651/agri.2024.02.08

313. Пархуць Б. Продуктивність ріпаку озимого на темно-сірих опідзолених ґрунтах західного Лісостепу залежно від рівня мінерального удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2020. № 24. С. 187–189. DOI: 10.31734/agronomy2020.01.187

314. Nagelmüller S, Yates S, Walter A. Diel leaf growth of rapeseed at critically low temperature under winter field conditions. *Functional Plant Biology*. 2018. Vol. 45. P. 1110–1118. DOI: 10.1071/FP17337

315. Men S.C., Honglin C., Shanghong Z., Shenghua S., Xueshan W., Changtao Z., Yang Liu D. Effects of supplemental nitrogen application on physiological characteristics, dry matter and nitrogen accumulation of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) under waterlogging stress. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. P. 956–971. DOI: 10.1038/s41598-020-67260-7

316. Wang R., Zheng W., Wu Y., Liu D., Peng W. Effects of a range of phosphorus levels on yield, phosphorus efficiency, and canopy sunlight interception in direct-seeded winter rapeseed. *Agronomy Journal*. 2023. Vol. 115(4). P. 7–19. DOI: 10.1002/agj2.21394

317. Ang L., Zhu Y., Cao Wei-Xing. A simulation model for dynamic green area index in winter rapeseed (*Brassica napus*). *Chinese Journal of Plant Ecology*. 2007. Vol. 31. №5. P. 897–902.

318. Dalmago G. A., Bianchi C. A. M., Kovaleski S., Fochesatto E. Evaluation of mathematical equations for estimating leaf area in rapeseed. *Revista Ciência Agronômica*. 2019. Vol. 50. №3. P. 420–430. DOI: 10.5935/1806-6690.20190050

319. Брайон О. В., Корнєєв Д. Ю., Снегур О. О., Китаєв О.І. Інструментальне вивчення фотосинтетичного апарату за допомогою індукції

флуоресценції хлорофілу: Методичні вказівки для студентів біологічного факультету. Київ: Київський університет, 2000. 15 с.

320. Strasser R. J., Srivastava A., Tsimilli-Michael M. The fluorescence ran sientasatool to characterize and screen photosynthetic samples. In; Probing Photosynthesis: Mechanism, Regulation&Adaptation. Ed. Mohanty, Yunusand Parthre. London: «Taylor & Francis», 1998. P. 1–59.

321. Патика М.В. Груша В.В., Гордієнко Т.І. Моніторинг ростових процесів рослин в агрофітоценозах експрес-методом індукції флуоресценції хлорофілу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 49–55.

322. Годлевська О.О., Залоїло І.А., Кожем'яко Я.В., Посудін Ю.І. Застосування портативного флуориметра для оцінювання резистентності рослин до біотичних факторів. *Науковий вісник НУБіП України*. 2011. Вип. 161. С. 217–225.

323. Kalaji H. M., Schansker G., Brestic M., Bussotti F., Calatayud A., Ferroni L., Shelonzek H. Frequently asked questions about chlorophyll fluorescence, the sequel. *Photosynthesis Research*. 2016. Vol. 132. Is. 1. P. 13–66. DOI: 10.1007/s11120-016-0318-y

324. Murchie E.H., Lawson T. Chlorophyll fuorescence analysis: A guide to good practice and understanding some new applications. *Journal of Experimental Botany*. 2013. Vol. 64. P. 3983–3998. DOI: 10.1093/jxb/ert208

325. Ковирьова О.В. Методи обробки вимірів кривих індукції флуоресценції хлорофілу. *Комп'ютерні засоби, мережі та системи*. 2014. № 13. С. 117–124.

326. Moustakas M., Calatayud A., Guidi L. Chlorophyll fluorescence imaging analysis in biotic and abiotic stress. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. e 658500. DOI: 10.3389/fpls.2021.658500

327. Портативний флуорометр «Флоратест» (настанова з експлуатації). Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України. 2011. 27 с.

328. Зуза С.Г., Погромська Я.А., Зуза В.О. Застосування методу індукції флуоресценції хлорофілу при вивченні впливу некореневого

підживлення кукурудзи карбамідом. *Вісник Донецького Національного Університету. Сер. А: Природничі науки*. 2010. № 2. С. 238–243.

329. Савчук Ю.М., Антоненко О.Ф. Зміна індукції флуоресценції хлорофілу у рослин ріпаку озимого залежно від мікродобрив. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2016. № 5. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd\\_2016\\_5\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_5_14) (дата звернення 25.09.2025 р.)

330. Tsytsiura Y. Assessment of the relation between the adaptive potential of oilseed radish varieties (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) and chlorophyll fluorescence induction parameters. *Agronomy Research*. 2023. Vol. 20. № 1. P. 193–221. DOI: 10.15159/ar.23.001

331. Magney T. S., Barnes M. L., Yang X. On the covariation of chlorophyll fluorescence and photosynthesis across scales. *Geophysical Research Letters*. 2020. Vol. 47. e 2020GL091098. DOI: 10.1029/2020GL091098

#### **Список праць опублікованих аспірантом за даним розділом:**

1. Цицюра Я.Г., Томчук О.М. Індикація системи живлення ріпаку озимого за показниками індукції флуоресценції хлорофілу. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 110–118. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.21.17

2. Томчук О.М. Формування асиміляційної поверхні ріпаку озимого залежно від варіантів поєднання рістрегулюючих компонентів та удобрення в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 143. Ч. 2. С. 114–130. DOI: 10.32782/2226-0099.2025.143.2.16



## **РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА УРОЖАЙНОГО ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФОНОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ, РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ**

### **5.1. Реалізація урожайного потенціалу гібридів ріпаку озимого залежно від технологічних варіантів оптимізації ростових процесів**

Реалізація урожайного потенціалу генотипів ріпаку озимого є головною ціллю будь-якої технології його вирощування. На жаль, сучасний рівень реалізації потенційно досяжного урожайного потенціалу гібридного складу даної культури не перевищує 60–65% [99]. Реальним є той факт, що при заявленій потенційній урожайності високоінтенсивних сучасних гібридів ріпаку озимого у значенні до 7 т/га на виробництві ми отримуємо у варіанті оптимальному до 3–4 т/га насіння, яке не завжди відповідає параметрам високої якості [63, 69, 332, 333, 334]. З окресленого блоку причин недоотримання врожаю ріпаку озимого однією з головних є неефективне формування системи живлення культури з огляду на специфіку осіннього та весняно-літнього періоду вегетації з ретельним та зваженим підходом до контролю інтенсивності ростових процесів [335–338]. В останні роки акцентується увага на обов'язковій роздільній оптимізації осіннього та весняно-літнього блоку удобрення ріпаку озимого. Це формує позитивні передумови для забезпечення перезимівлі рослин та доцільні темпи їх росту після відновлення вегетації [99].

За результатами таких тверджень доцільна система удобрення ріпаку озимого має бути комбінованого характеру з поєднанням варіантів фонових живлення, використання рістрегулюючих препаратів та застосування у критичні фенологічні фази росту і розвитку рослин мікродобрих композицій [55, 65, 339–340]. При цьому, в системі забезпечення урожайності ріпаку озимого з осінньо-зимовим та весняно-літнім циклом розвитку важливим є оцінка густоти стояння на період формування структури врожаю, а отже, і рівень виживаності рослин [99]. Результати даного показника представлено на рис. 5.1.

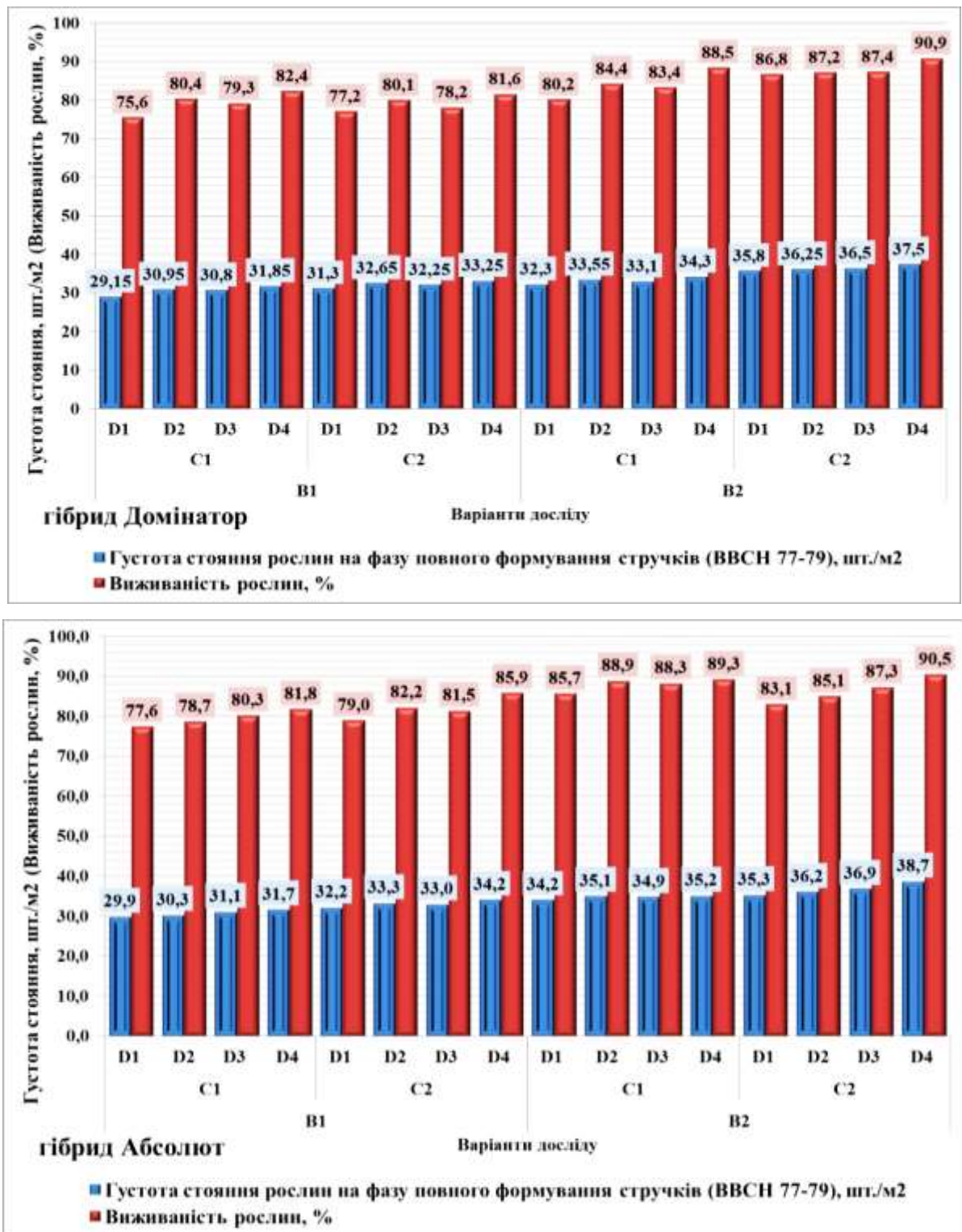


Рисунок 5.1 – Виживаність рослин гібридів ріпаку озимого залежно від варіантів досліджу за період відновлення вегетації (ВВСН 30) – повне формування стручків (ВВСН 77–79), середнє за 2023–2025 рр.)

Примітка.  $B_1B_2$  – варіанти основного блоку удобрення,  $C_1$ ,  $C_2$  – варіанти відповідно без ріст регуляції та з нею,  $D_1$ – $D_4$  – варіанти позакоренових підживлень (повна розшифровка варіантів у табл. 2.3). Для показника густоти стояння рослин на фазу повного формування стручків:  $НІР_{05}$ , шт./м<sup>2</sup> 0,27 для гібриду Домінатор та 0,32 для гібриду Абсолют.

Встановлено, у порівнянні варіантів з поліпшеним та базовим блоком основного удобрення зростання показника густоти стояння рослин на 13,8% та 16,4% відповідно у гібридів Домінатора та Абсолют. Ріст за показником виживаності рослин у абсолютному виразі становив 6,8% та 6,4% відповідно.

Застосування рістрегулюючих речовин також мало позитивний показник на параметри як густоти стояння рослин, так і рівень виживаності. Зокрема, приріст першого показника усереднено по варіантах удобрення та застосування мікродобрив у порівнянні варіантів з рістрегуляцією (варіант С<sub>2</sub>) та без неї (варіант С<sub>1</sub>) склали відповідно по гібридах Домінатор та Абсолют 7,6% та 6,6% для показника густоти стояння рослин на фазу повного формування стручка та відповідно 2,3 та 1,6% в абсолютному виразі для показника виживаності рослин. З врахуванням позитивного впливу на відсоток перезимівлі рослин (див. підрозділ 3.2) застосування рістрегуляції дозволило підвищити загальну виживаність рослин ріпаку озимого на 11,3 та 16,7% відповідно по гібридах.

Застосування позакореневих підживлень формувало умови для підвищення виживаності рослин, а отже і вищих показників густоти стояння на фенологічну фазу повного формування стручків. Прирости від застосування мікродобрива Розасоль в фзу стеблуння (варіант D<sub>2</sub>) та Розасоль 18-18-18+МЕ в фазу бутонізації відрізнялись для гібридів Домінатор та Абсолют. Для гібриду Домінатор приріст густоти стояння у варіанті застосування Розасоль становив 3,8% та 3,8% для виживаності. У гібрида Абсолют – 2,5% та 2,9% відповідно. Аналогічні показники у варіанті застосування мікродобрива Розасоль 18-18-18+МЕ – 3,2 і 2,7% та 3,3% і 3,7% відповідно. Максимальні значення густоти стояння рослин і, відповідно, їх виживаності відмічено у варіанті комбінованого подвійного використання мікродобрив з середнім приростом по гібридах на рівні 6,4% для густоти стояння та 7,1% для виживаності. У результаті підсумку максимальна збереженість рослин була сформована у варіанті поєднання поліпшеного блоку основного удобрення, застосування рістрегуляції та двох позакореневих підживлень (комбінація факторів дослідів В<sub>2</sub>С<sub>2</sub>Д<sub>2</sub>) у значенні 28,6% для густоти стояння та 20,2% для виживаності рослин у гібриду Домінатор та 29,4% і 16,7% для гібриду Абсолют.

Перед аналізом показників структури індивідуальної насінневої продуктивності рослин вважаємо за доцільне більш детально роз'яснити поняття показника кількості продуктивних стручків. Відомо, що у хрестоцвітих видів рослин виражений ефект матрікальної різноякісності у морфометрії як насіння, так і стручків у межах суцвіття [341, 342]. За цих умов існують істотні відмінності між розміром стручка, кількості насінин у ньому та маси 1000 насінин по відношенню до стручків з нижньої зони відповідних осей суцвіття до верхніх. Спостерігається чітка тенденція до зменшення даних показників у напрямку від основи суцвіття до верхівки (рис. 5.2).

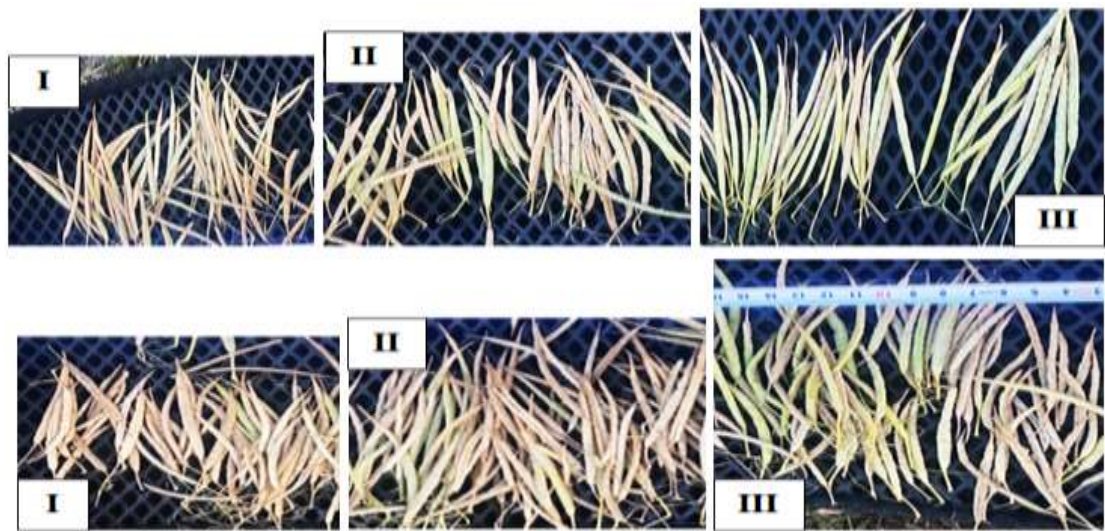


*Рисунок 5.2 – Морфометрія стручків ріпаку озимого для гібриду Домінатор (верхній ряд) та для гібриду Абсолют (нижній ряд) (послідовно у кожному ряду зліва-направо стручки з верхньої (I), середньої (II) та нижньої (III) частини суцвіття послідовно), 2024 рік.*

У результаті калькуляція простої кількості стручків у співвідношенні до середньої кількості насінин у стручку вимагає відхилення від стандартної методики підрахунку, що формує не зовсім коректні дані. З цих причин у дослідженнях була застосована методика запропонована Хмелянчишеним [342], яка описана у підрозділі 2.2 з розрахунком кількості продуктивних стручків на рослині та відповідної їм кількості насінин у стручку, що дає можливість адекватно порівняти обидва параметри біологічної та фактичної урожайності у досліді. Результати такої калькуляції відображено в таблицях 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1

**Формування структури індивідуальної насіннєвої продуктивності  
гібриду озимого ріпаку Домінатор залежно від варіантів досліду  
поставлених на вивчення (середнє за 2023–2025 рр.)**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(B)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Регулятор росту<br>(C)                                                                            | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                   | Кількість<br>продуктивних<br>стручків на<br>рослині, шт. | Кількість<br>насінин у<br>стручку, шт | Число насінин<br>на<br>1 м <sup>2</sup> , тис. шт | Маса 1000<br>насінин, г |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|
| Базовий (B <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231 кг/га<br>(131 кг/га під оранку +<br>ВВСН 00: 100 кг/га при<br>посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому ґрунту<br>весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                | Контроль без обробки<br>(C <sub>1</sub> )                                                         | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                    | 121,1                                                    | 22,52                                 | 82,2                                              | 3,59                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )            | 122,1                                                    | 22,66                                 | 88,4                                              | 3,62                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 124,7                                                    | 22,75                                 | 90,3                                              | 3,65                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та<br>D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                           | 125,5                                                    | 22,81                                 | 94,1                                              | 3,69                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букал<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                       | 129,4                                                    | 22,72                                 | 97,8                                              | 3,81                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 130,7                                                    | 22,92                                 | 103,8                                             | 3,94                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 132,2                                                    | 22,99                                 | 104,0                                             | 3,99                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 133,5                                                    | 23,14                                 | 109,0                                             | 4,02                    |
| Поліпшений (B <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S (144<br>кг/га під оранку) +<br>ВВСН 00: Росаферт 15-<br>15-15 (150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20: КАС-<br>32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію (22<br>л/га)) (по мерзлоталому<br>ґрунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                       | 135,3                                                    | 23,05                                 | 100,7                                             | 3,96                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 137,7                                                    | 23,12                                 | 106,8                                             | 3,98                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 140,4                                                    | 23,15                                 | 107,6                                             | 4,03                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 143,3                                                    | 23,23                                 | 114,1                                             | 4,07                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | C <sub>2</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                       | 144,7                                                    | 23,14                                 | 123,3                                             | 4,01                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                       | 145,1                                                    | 23,39                                 | 125,4                                             | 4,09                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                       | 146,8                                                    | 23,29                                 | 125,4                                             | 4,16                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                       | 149,5                                                    | 23,31                                 | 130,7                                             | 4,20                    |
| НІР <sub>05</sub> , для факторів досліду та їх взаємодії (на підставі додатків Р.1–Р.4)                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                   |                                                                                                      |                                                          |                                       |                                                   |                         |
| A (умови року)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,65                                                     | 0,07                                  | 0,63                                              | 0,01                    |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,53                                                     | 0,06                                  | 0,51                                              | 0,01                    |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,53                                                     | 0,06                                  | 0,51                                              | 0,01                    |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,75                                                     | 0,08                                  | 0,73                                              | 0,02                    |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,92                                                     | 0,10                                  | 0,89                                              | 0,02                    |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,92                                                     | 0,10                                  | 0,89                                              | 0,02                    |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                   |                                                                                                      | 1,30                                                     | 0,14                                  | 1,26                                              | 0,03                    |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                   |                                                                                                      | 0,75                                                     | 0,08                                  | 0,73                                              | 0,02                    |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                   |                                                                                                      | 1,06                                                     | 0,11                                  | 1,03                                              | 0,02                    |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                   |                                                                                                      | 1,06                                                     | 0,11                                  | 1,03                                              | 0,02                    |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                   |                                                                                                      | 1,30                                                     | 0,14                                  | 1,26                                              | 0,03                    |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                   |                                                                                                      | 1,84                                                     | 0,19                                  | 1,78                                              | 0,04                    |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                   |                                                                                                      | 1,84                                                     | 0,19                                  | 1,78                                              | 0,04                    |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                   |                                                                                                      |                                                          |                                       |                                                   |                         |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                   |                                                                                                      | 2,60                                                     | 0,27                                  | 2,52                                              | 0,06                    |

За результатами порівняння варіанту поліпшеного блоку основного удобрення та базового його варіанту ( $B_2/B_1$ ) усереднено по інших факторах дослідження отримано для гібриду Домінатор (табл. 5.1) приріст кількості продуктивних стручків 20 шт. (15,8% у відносному виразі), кількості насінин у стручку 0,53 шт. (2,3%), числа насінин на 1 м<sup>2</sup> 28 тис. шт. (31,5%) та маси 1000 насінин 0,43 г (11,7%).

Для гібриду Абсолют (табл. 5.2) аналогічний ряд показників був наступним: 16,8 шт. (14,6%), 1,11 шт. (5,1%), 28,6 тис. шт. (36,0%) та 0,18 г (4,6%) відповідно.

Застосування рістрегуляції у співставленні чинників  $C_2/C_1$  було позитивним за рахунок вже згадуваного позитивного впливу на формування репродуктивної архітекτονіки, додаткові бічні продуктивні галуження, близька висотна тропія генеративної частини та вирівняність за термінами цвітіння квіток [215]. У результаті було встановлено наступний прирістний ряд усереднено по варіантах основного блоку удобрення та системи позакореневих підживлень для гібриду Домінатор кількості продуктивних стручків 7,7 шт. (5,9%), кількості насінин у стручку 0,2 шт. (0,9%), числа насінин на 1 м<sup>2</sup> 16,9 тис. шт. (17,2%) та маси 1000 насінин 0,20 г (5,3%). Для гібриду Абсолют: 9,0 шт. (7,4%), 0,5 шт. (2,3%), 15,1 тис. шт. (16,6%) та 0,08 г (2,1%) відповідно.

Застосування позакореневих підживлень мало також позитивний вплив на елементи структури насінневої продуктивності з послідовним середнім приростом показників у напрямку факторів  $D_2-D_3-D_4$  для гібриду Домінатор 2,1%, 3,0% та 5,0%, а для гібриду Абсолют – 3,0%, 4,3% та 6,7% відповідно.

Враховуючи визначений напрямок оптимізації показників максимально продуктивної архітекτονіки з позиції потенційної насінневої продуктивності було досягнуто у варіанті поєднання факторів дослідження, який передбачав максимальну комбінацію факторів прогнозованої оптимізації ( $B_2C_2D_4$ ) з приростом до варіанту з мінімальною комбінацією факторів прогнозованої оптимізації ( $B_1C_1D_1$ ) у значенні для гібриду Домінатор 23,5% за кількістю продуктивних стручків на рослині, 3,5% за кількістю насінин в стручку, 59,0% за виходом насіння з 1 м<sup>2</sup> та 17,0% за масою 1000 насінин.

Таблиця 5.2

**Формування структури індивідуальної насіннєвої продуктивності  
гібриду озимого ріпаку Абсолют залежно від варіантів досліду поставлених  
на вивчення (середнє за 2023–2025 рр.)**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Регулятор росту<br>(С)                                                                         | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                   | Кількість<br>продуктивних<br>стручків на<br>рослині, шт. | Кількість<br>насінин у<br>стручку, шт | Число насінин<br>на<br>1 м <sup>2</sup> , тис. шт | Маса 1000<br>насінин, г |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231 кг/га<br>(131 кг/га під оранку +<br>ВВСН 00: 100 кг/га при<br>посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому ґрунту<br>весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                | Контроль без обробки<br>(C <sub>1</sub> )                                                      | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                    | 113,8                                                    | 21,64                                 | 76,1                                              | 3,74                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1<br>л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )            | 114,1                                                    | 21,59                                 | 77,1                                              | 3,92                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 115,5                                                    | 21,78                                 | 80,7                                              | 4,09                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та<br>D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                           | 116,1                                                    | 21,93                                 | 83,2                                              | 4,11                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ВВСН 14-16+ВВСН<br>35-39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,25 л/га)(C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                       | 121,8                                                    | 22,32                                 | 90,2                                              | 3,89                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 128,9                                                    | 22,54                                 | 99,6                                              | 4,04                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 128,3                                                    | 22,38                                 | 97,7                                              | 4,09                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 129,8                                                    | 22,71                                 | 103,6                                             | 4,12                    |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S (144<br>кг/га під оранку) +<br>ВВСН 00: Росаферт 15-<br>15-15 (150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20: КАС-<br>32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію (22<br>л/га)) (по мерзлоталому<br>ґрунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                       | 125,3                                                    | 22,51                                 | 96,3                                              | 3,95                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 127,7                                                    | 22,67                                 | 101,7                                             | 4,08                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 128,8                                                    | 22,79                                 | 102,4                                             | 4,15                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 133,5                                                    | 22,92                                 | 107,6                                             | 4,21                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | C <sub>2</sub>                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                       | 132,3                                                    | 22,63                                 | 105,6                                             | 4,09                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                       | 133,9                                                    | 22,78                                 | 110,3                                             | 4,19                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                       | 134,7                                                    | 23,18                                 | 115,2                                             | 4,23                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                       | 136,8                                                    | 23,31                                 | 123,5                                             | 4,27                    |
| НІР <sub>05</sub> для факторів досліду та їх взаємодії (на підставі додатків Р. 5–Р. 8)                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                |                                                                                                      |                                                          |                                       |                                                   |                         |
| А (умови року)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                |                                                                                                      | 0,94                                                     | 0,07                                  | 0,63                                              | 0,02                    |
| В                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                |                                                                                                      | 0,77                                                     | 0,06                                  | 0,51                                              | 0,02                    |
| С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                |                                                                                                      | 0,77                                                     | 0,06                                  | 0,51                                              | 0,02                    |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                |                                                                                                      | 1,09                                                     | 0,08                                  | 0,73                                              | 0,03                    |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                |                                                                                                      | 1,34                                                     | 0,10                                  | 0,89                                              | 0,03                    |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                |                                                                                                      | 1,34                                                     | 0,10                                  | 0,89                                              | 0,03                    |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                |                                                                                                      | 1,89                                                     | 0,14                                  | 1,26                                              | 0,04                    |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                |                                                                                                      | 1,09                                                     | 0,08                                  | 0,73                                              | 0,03                    |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                |                                                                                                      | 1,54                                                     | 0,11                                  | 1,03                                              | 0,04                    |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                |                                                                                                      | 1,54                                                     | 0,11                                  | 1,03                                              | 0,04                    |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                |                                                                                                      | 1,89                                                     | 0,14                                  | 1,26                                              | 0,04                    |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                |                                                                                                      | 2,67                                                     | 0,20                                  | 1,78                                              | 0,06                    |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                |                                                                                                      | 2,67                                                     | 0,20                                  | 1,78                                              | 0,06                    |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                |                                                                                                      | 2,18                                                     | 0,16                                  | 1,45                                              | 0,05                    |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                |                                                                                                      | 3,78                                                     | 0,28                                  | 2,51                                              | 0,09                    |



У випадку гібрида Абсолют (табл. 5.2) за того ж характеру формування показників у варіантах вказані прирости становили відповідний ряд 20,2%, 7,7%, 62,3% та 14,2%. З позиції визначених приростів показник кількості насінин у стручку та маса 1000 насінин мала специфічний характер формування визначений у більшості випадків факторною системою взаємодії умов року (фактор А дослід) із головними факторами (В–D), що підтверджується результатами факторного аналізу у системі дисперсійної обробки даних варіантів дослід для обох гібридів (дод. С–Т, позиції б, д). Разом із тим, виходячи з оцінок генотипового впливу на формування основних морфологічних та вагових характеристик рослин ріпаку озимого [68, 99] показник кількості насінин у стручку та маса 1000 насінин є найбільш генотипово обумовленим у ріпаку озимого, що й доведено за результатами прирістної реакції ознак у досліді.

В цілому визначене співвідношення факторів для описаних вище ознак підтвердило результати наших оцінок для обох гібридів ріпаку озимого. За середньою часткою факторів по даному блоку ознак, елементарна структура насіннєвої продуктивності гібриду Домінатор була залежна за часткою впливу у дисперсійній факторній системі на 18,6% від гідротермічних умов, на 23,3% від варіанту застосування основного блоку удобрення, на 17,0% від чинника застосування рістрегуляції та на 6,6% від варіанту позакореневих підживлень.

При цьому у сукупності взаємодії з гідротермічними умовами частка фактора основного блоку удобрення зростає на 10,8%, частка фактора рістрегуляції на 11,3%, а частка фактора позакореневих підживлень на 5,6%. Подібний характер співвідношення факторів було зафіксовано і для гібрида Абсолют, проте із вищою чутливістю системи факторів щодо чинника умов року, де дана частка у головній дії була на 2,0% вищою, а взаємодії з технологічними факторами дослід на 2,8% вищою. Це підтвердило зроблені раніше висновки щодо вищого адаптивного потенціалу гібриду Домінатор з позиції сили факторного впливу головних чинників дослід.

Важливим з позиції ефективності досліджуваних технологій вирощування ріпаку озимого є також оцінка рівня реалізації прогнозованого біологічного врожаю з метою адекватної оцінки доцільності таких пропонуван



агротехнологічних заходів [340]. Слід відмітити, що обидва гібриди віднесено до високопродуктивних з рівнем біологічного досяжного урожаю на рівні 5–7 т/га. Результати випробувань даних гібридів на демополігонах України [343] показали що їх продуктивність за фактичним рівнем урожайності була в інтервалі від 3,88–5,69 т/га. На підставі рівнів прогнозованої біологічної урожайності даних гібридів у досліді (рис. 5.3) значення показника відповідало результатам регіональних випробовувань та відповідному їх адаптивному потенціалу. Показник біологічного рівня урожайності у досліді закономірно змінювались по гібридах відповідно до змін показників індивідуальної насінневої продуктивності. Оптимізація основного блоку живлення в порівнянні полішеного та базового її варіантів ( $B_2/B_1$ ), забезпечило приріст біологічного врожаю у гібрида Домінатор 1,52 т/га (47,2%), а в гібрида Абсолют – 1,33 т/га (42,2%).

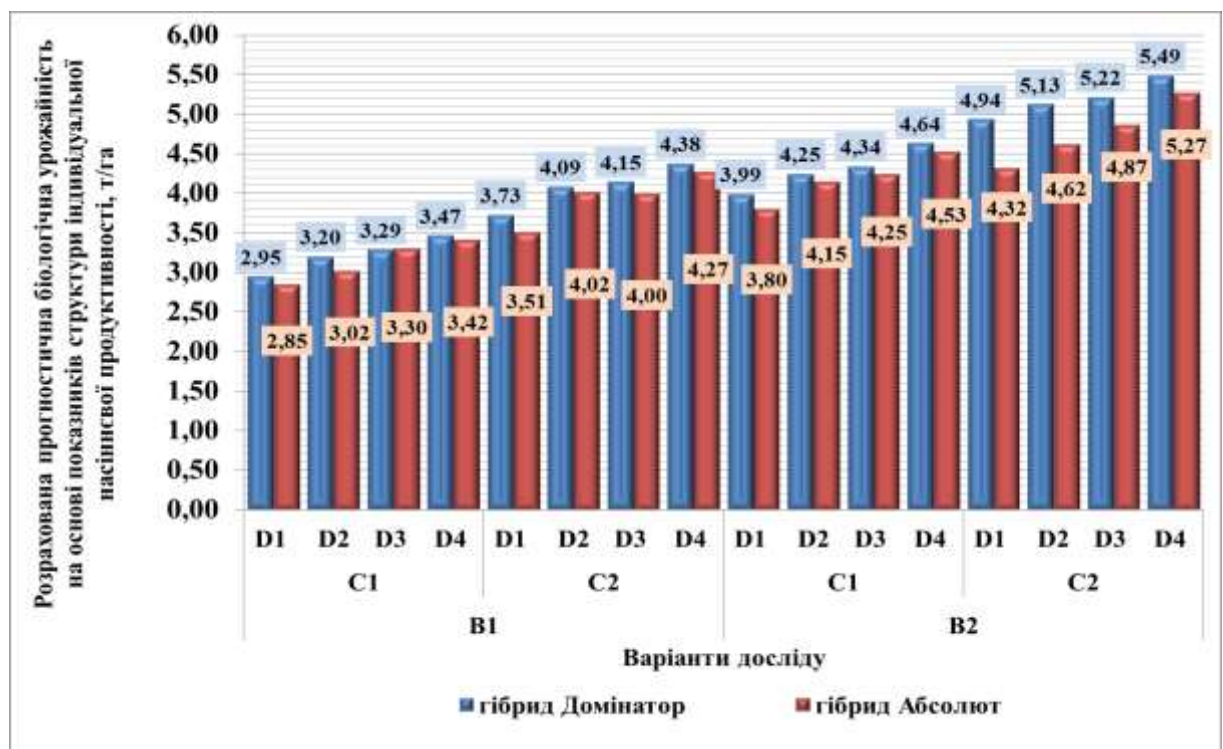


Рисунок 5.3 – Динаміка формування рівня прогностичної біологічної урожайності насіння досліджуваних гібридів ріпаку озимого за параметрами структури індивідуальної насінневої продуктивності (за середніми показниками за період 2023–2025 рр.), т/га ( $HIP_{05(BCD)}$ , т/га: для гібриду Домінатор 0,12, для гібриду Абсолют 0,15).

За аналогічної позитивної дії подвійного застосування рістрегуляторів з фунгіцидним ефектом (варіант С<sub>2</sub>) загальний приріст у середньому по досліді склав 0,88 т/га (23,2%) у гібриду Домінатор та 0,69 т/га (19,0%) у гібриду Абсолют.

Застосування системи позакоренових підживлень мало мінімальний прирістний вплив. У динамічному ряду приростів D<sub>2</sub>–D<sub>3</sub>–D<sub>4</sub> по відношенню до контрольного варіанту обробки D<sub>1</sub> їх значення були у гібрида Домінатор такими 0,27 т/га (6,8%) – 0,35 т/га (8,9%) – 0,59 т/га (15,2%). Для гібриду Абсолют – 0,33 т/га (8,2%) – 0,48 т/га (12,4%) – 0,65 т/га (18,2%). На підставі отриманих показників підтверджено висновки ряду досліджень [99, 141, 170, 196, 202] щодо більш істотного впливу на формування врожаю насіння у ріпаку озимого шляхом застосування комплексних мікродобрив за їх внесення у період від бутонізації до повного цвітіння, особливо таких, які містять сірку, бор, мідь та молібден. Внесення мікродобрив у більш ранні фенофази ставить за мету оптимізацію ростових процесів рослин ріпаку озимого [126, 187, 339, 344]. З врахуванням цього оптимальний варіант оптимізації живлення має передбачати варіант як мінімум із двома підживленнями, розмежованими у часі як мінімум на дві фенологічні стадії, що гарантує акумулятивний характер впливу як на інтенсивність ростових процесів, так і на якісні позитивні зміни у формуванні генеративної частини та плодоеlementів рослин. Саме дані висновки знайшли своє підтвердження відповідно до представлених результатів.

Визначені особливості формування біологічного рівня урожайності знайшли свою певну подібність і за показником фактичної урожайності за результатами подільного обмолоту, які представлено по відповідних гібридах у таблицях 5.3 та 5.4.

Так, за результатами зведеного порівняння варіантів поліпшеного і базового блоку основного удобрення (B<sub>2</sub>/B<sub>1</sub>), у взаємодії з факторами рістрегуляції та застосування позакоренових підживлень – середньобагаторічний приріст урожайності насіння склав показник 1,35 т/га (54,7%) у гібриду Домінатор та 1,24 т/га (53,4%) у гібриду Абсолют.

Таблиця 5.3

**Фактична урожайність насіння гібриду ріпаку озимого Домінатор  
залежно від варіантів досліду поставлених на вивчення (2023–2025 рр.), т/га**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(B)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор росту<br>(C) | Позакореневе<br>підживлення<br>(D) | 2023 р. | 2024 р. | 2025 р | Середня |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------|---------|--------|---------|
| Базовий (B <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | C <sub>1</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 2,50    | 2,62    | 1,67   | 2,26    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>2</sub>                     | 2,52    | 2,82    | 2,08   | 2,47    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>3</sub>                     | 2,67    | 2,98    | 2,07   | 2,57    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>4</sub>                     | 2,78    | 3,18    | 2,24   | 2,73    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 3,38    | 3,26    | 2,10   | 2,91    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>2</sub>                     | 3,68    | 3,57    | 2,51   | 3,25    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>3</sub>                     | 3,51    | 3,82    | 2,59   | 3,31    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>4</sub>                     | 3,72    | 3,99    | 2,81   | 3,51    |
| Поліпшений (B <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 3,26    | 3,62    | 2,45   | 3,11    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>2</sub>                     | 3,58    | 3,74    | 2,78   | 3,37    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>3</sub>                     | 3,65    | 3,88    | 2,88   | 3,47    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>4</sub>                     | 3,85    | 4,19    | 3,05   | 3,70    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>         | D <sub>1</sub>                     | 4,16    | 4,35    | 3,25   | 3,92    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>2</sub>                     | 4,25    | 4,75    | 3,63   | 4,21    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>3</sub>                     | 4,33    | 4,95    | 3,65   | 4,31    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        | D <sub>4</sub>                     | 4,45    | 5,17    | 4,12   | 4,58    |
| НІР <sub>05</sub> , т/га, для факторів досліду та їх взаємодії (на підставі додатків У.1 та Ф. 1–Ф. 3)                                                                                                                                                                                                                          |                        |                                    |         |         |        |         |
| A (умови року)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |                                    | –       | –       | –      | 0,05    |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                                    | 0,10    | 0,10    | 0,11   | 0,04    |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                                    | 0,10    | 0,10    | 0,11   | 0,04    |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |                                    | 0,14    | 0,14    | 0,15   | 0,06    |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |                                    | –       | –       | –      | 0,08    |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |                                    | –       | –       | –      | 0,08    |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |                                    | –       | –       | –      | 0,11    |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |                                    | 0,14    | 0,14    | 0,15   | 0,06    |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |                                    | 0,20    | 0,20    | 0,22   | 0,09    |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |                                    | 0,20    | 0,20    | 0,22   | 0,09    |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |                                    | –       | –       | –      | 0,11    |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |                                    | –       | –       | –      | 0,15    |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |                                    | –       | –       | –      | 0,15    |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |                                    | 0,28    | 0,28    | 0,31   | 0,12    |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                        |                                    | –       | –       | –      | 0,22    |

Така досить висока факторна результативність дії поліпшеного блоку удобрення підтверджується висновками щодо позитивної дії азотних добрив, які містять кілька форм азоту, порівняно з однокомпонентними [141]. Беручи до уваги, що саме поліпшений варіант удобрення (фактор В<sub>2</sub>) передбачав використання у ранньовесняний період КАС 32 – азотного добрива, яке містить три різні форми азоту, які можуть трансформуватись у процесі ґрунтової іммобілізації добрива у ґрунті: нітратна (NO<sup>3-</sup>) (порційний вміст 25%), амонійна (NH<sup>4+</sup>) (25%) та амідна (NH<sup>2-</sup>) (50%). Наголошується, що таке співвідношення форм азоту в добриві в результаті істотно поліпшує засвоєння азоту (по коремих даних до 15–20%) та знижує його втрати з ґрунту на 15–25% [131]. Вказана дія добрива істотно поліпшується використанням, знову ж таки у варіанті В<sub>2</sub>, тіосульфату амонію. Дана комбінація у співвідношенні КАС + 10% (від кількості внесеної КАС) тіосульфату амонію вважається оптимальною для ґрунтів середнього потенціалу родючості за цілим рядом попередніх оцінок [165, 194, 193, 345] та забезпечує додатково зниження непродуктивних втрат азоту з ґрунту на рівні 8–14%, знімає загрозу опіків листя при застосуванні КАС, а також істотно пролонгує ефективну дію добрива на послідуєчі ростові процеси, розпочинаючи з періоду активного росту і аж до феностадії формування плодоеlementів, гармонізуючи при цьому живлення рослин сіркою [346, 347]. Відмічено за результатами багаторічної оцінки, що застосування даної комбінації забезпечувало приріст насіння ріпаку озимого в інтервалі від 0,46 до 1,0 т/га за відміченого зростання олійності на 0,5–1,5% залежно від варіантів застосування [131, 346]. Позитивний результат саме заміни одинарної амідної форми азоту у формі карбаміду на КАС 32 підтверджено також результатами факторного аналізу для гібридів за співвідношенням отриманих дисперсій факторів як у формі повного дисперсійного аналізу для обох гібридів із введенням річної варіанси (рис. 5.6 а,б), так і у варіанті застосування внутрішньо факторного аналізу за ігнорування чинника річної варіанси (рис. 5.4 а.1, б.1), де частка фактора В була максимальною та зростаючою за зміни варіативної складової комбінування факторів (відсутність фактора А) на 10,46% у гібрида Домінатор та 19,38% у гібрида Абсолют.

Таблиця 5.4

**Фактична урожайність насіння гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від варіантів дослідів поставлених на вивчення (2023–2025 рр.), т/га**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор росту<br>(С)                                                                        | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                   | 2023 р. | 2024 р. | 2025 р | Середня |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|--------|---------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки<br>(C <sub>1</sub> )                                                     | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                    | 1,87    | 2,23    | 2,02   | 2,04    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га)<br>+ ад'ювант Спрей-Ейд (0,08<br>л/га) (D <sub>2</sub> )            | 1,98    | 2,48    | 2,37   | 2,28    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га)+ ад'ювант Спрей-<br>Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 2,18    | 2,79    | 2,47   | 2,48    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub><br>(D <sub>4</sub> )                           | 2,29    | 2,87    | 2,62   | 2,59    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16+ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га)+ Букат<br>(0,35 л/га)(C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                       | 2,73    | 2,77    | 2,40   | 2,63    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>2</sub>                                                                                       | 3,19    | 3,21    | 2,83   | 3,08    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>3</sub>                                                                                       | 3,53    | 3,04    | 2,67   | 3,08    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>4</sub>                                                                                       | 3,65    | 3,37    | 2,92   | 3,31    |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                       | 3,09    | 2,99    | 2,76   | 2,95    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>2</sub>                                                                                       | 3,34    | 3,32    | 3,06   | 3,24    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>3</sub>                                                                                       | 3,55    | 3,35    | 3,09   | 3,33    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>4</sub>                                                                                       | 3,73    | 3,67    | 3,29   | 3,56    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                       | 3,16    | 3,95    | 3,30   | 3,47    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>2</sub>                                                                                       | 3,36    | 4,32    | 3,63   | 3,77    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>3</sub>                                                                                       | 3,63    | 4,57    | 3,77   | 3,99    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                               | D <sub>4</sub>                                                                                       | 3,98    | 4,98    | 4,14   | 4,37    |
| НІР <sub>05</sub> , т/га, для факторів дослідів та їх взаємодії (на підставі додатків У. 2 та Ф. 4–Ф. 6)                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                               |                                                                                                      |         |         |        |         |
| А (умови року)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                               |                                                                                                      | –       | –       | –      | 0,06    |
| В                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                      | 0,14    | 0,07    | 0,08   | 0,05    |
| С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                      | 0,14    | 0,07    | 0,08   | 0,05    |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                               |                                                                                                      | 0,20    | 0,11    | 0,11   | 0,08    |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                      | –       | –       | –      | 0,09    |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                      | –       | –       | –      | 0,09    |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                      | –       | –       | –      | 0,13    |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                      | 0,20    | 0,11    | 0,11   | 0,08    |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                      | 0,29    | 0,15    | 0,16   | 0,11    |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                               |                                                                                                      | 0,29    | 0,15    | 0,16   | 0,11    |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                               |                                                                                                      | –       | –       | –      | 0,13    |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                               |                                                                                                      | –       | –       | –      | 0,18    |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                               |                                                                                                      | –       | –       | –      | 0,18    |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                               |                                                                                                      | 0,41    | 0,21    | 0,23   | 0,15    |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                               |                                                                                                      | –       | –       | –      | 0,26    |

Як і у випадку формування біологічного рівня врожаю для показника фактичного його значення відмічено істотну частку приростів шляхом застосування варіантів із подвійною рістрегуляцією комбінацією Букат + Карамба Турбо (варіант С<sub>2</sub>) на фоні їх відсутності (варіант С<sub>1</sub>).

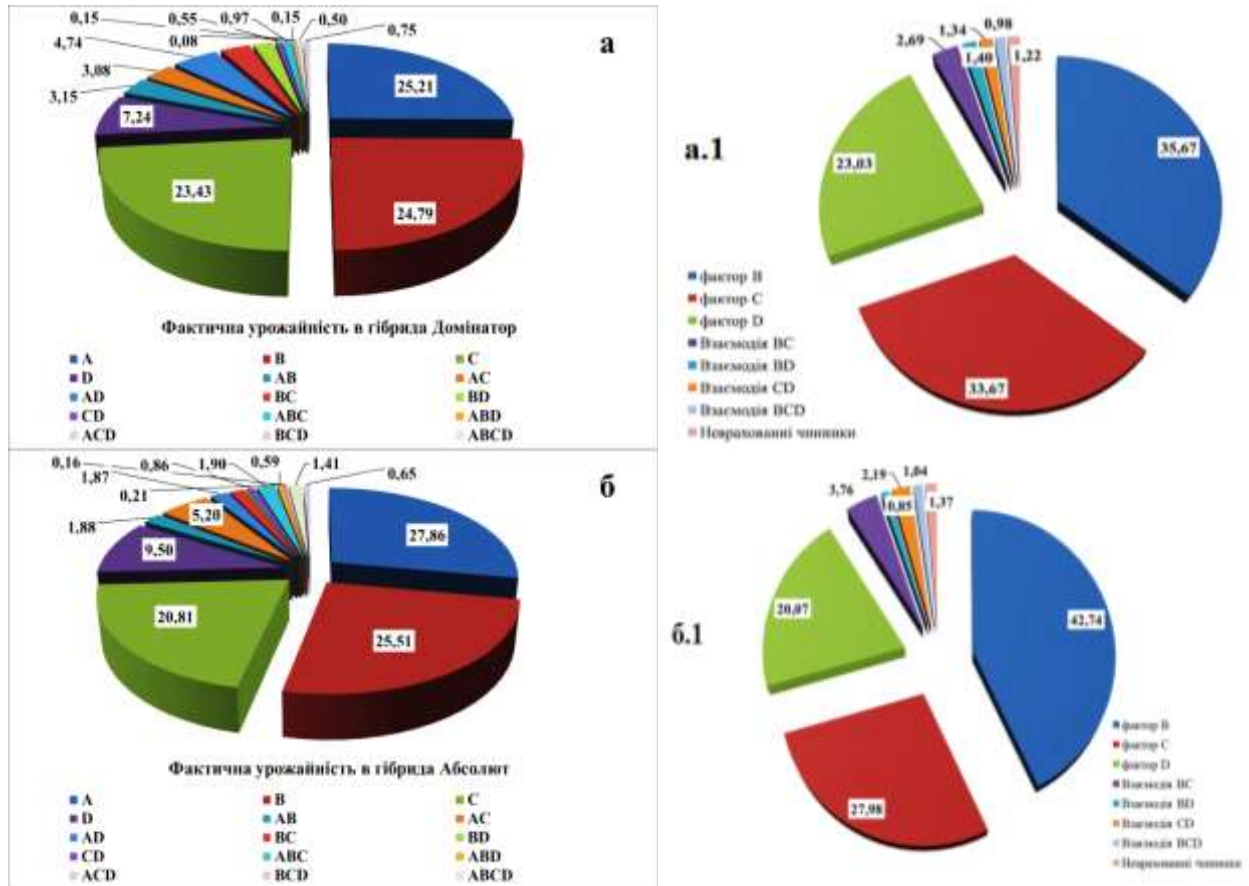


**Рисунок 5.4 – Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі дослідів за показником фактичної урожайності рослин гібридів ріпаку озимого Домінатор та Абсолют (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків У. 1–У. 2).**

*Примітка: A – гідротермічні умови року, B – основний блок удобрення, C – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників. Варіанти а.1 та б.1 – факторна система для середнього багаторічного значення показника без врахування чинника A.*

При цьому функціональна значущість ріст регуляції була вищою, ніж для формування показника біологічного врожаю. Зокрема, для гібриду Домінатор середньо багаторічна частка приросту фактичної урожайності на рівні 0,82 т/га

(27,9%), а для гібриду Абсолют – 0,65 т/га (23,1%). Тобто реакція на рістрегуляцію шляхом застосованої комбінації препаратів у Домінатора була більш відчутною, ніж в гібрида Абсолют, що підтверджує характеристику гібрида як генотипу з модельною реакцією на застосування ретардантів [343]. Підтверджено проведеними дослідженнями зниження ефективності рістрегуляції відмічену для генотипів ріпаку озимого більш пізньостиглих генотипів з переведенням її у формат ростової та насіннєвої редукції за низького температурного режиму вегетації, що було відмічено для умов 2024/2025 року вегетації у випадку гібриду Абсолют, де для гібриду було відмічено мінімальний приріст за роки досліджень на рівні 0,50 т/га (18,4%) проти 0,72 т/га (30,1%) у гібриду Домінатор. Загальний позитивний результат впливу на насіннєву продуктивність також можна пояснити формуванням і Карамба Турбо і Букатом більш продуктивного габітусу рослин з поліпшеним морфотипом, що було підтверджено даними дослідженнями та деталізовано у розділі 3. Додатково відмічається [290], що використання Карамба Турбо забезпечує процес оптимізованого дозрівання квіток у суцвітті та формування вирівняності за морфотипом стручків. Ці узагальнення стосовно ріст регуляції у досліді підтверджено з позиції загальної позитивної дії середньою часткою впливу на рівні 29,2% у гібриду Домінатор та 25,7% у гібрида Абсолют. При цьому відмічена суттєво виражена генотипова реакція рослин гібриду Домінатор на застосування бінарної комбінації Карамба Туро + Букат узгоджується із результатами співставлення частки впливу фактора С у системі повно факторного дисперсійного аналізу з чинником А (рис. 5.4 а) та без нього (рис. 5.4 а. 1) з різницею на користь останнього варіанту у значенні 8,9%.

На фоні окресленого позитивного впливу за рахунок застосування варіантів поліпшеного основного блоку удобрення та комплексної комбінованої рістрегуляції – використання мікродобрив мало також позитивний прирістний ефект. У середньому за роки досліджень у порівнянні до варіанту контролю для системи позакореневих підживлень ( $D_1$ ) приріст урожайності насіння для гібриду Абсолют від застосування Розалік (В) (1 л/га) у фазу стеблуння (ВВСН 31–34) (варіант  $D_2$ ) становив 0,32 т/га (9,1%). Для варіантів з внесенням Розасоль 18-18-

18+МЕ (3 кг/га) (ВВСН 51–53) – 0,45 т/га (12,8%), а для їх поєднаного внесення 0,59 т/га (17,5%). Для гібриду Домінатор аналогічні показники були статистично нижчими – 0,29 т/га (8,1%), 0,39 т/га (10,7%) та 0,50 т/га (15,2%). Тобто, для гібриду Абсолют, як більш пізньостиглого з огляду на істотно вищий вплив у продовженні функціонування листкової поверхні у період дозрівання насіння – позакореневі підживлення є більш вагомим чинником позитивної корекції урожайності, ніж для середньораннього Домінатора. Це підтверджено і результатами більшої частки чинника позакореневих підживлень у реалізації результативної ознаки у гібрида Абсолют (рис. 5.4).

Враховуючи твердження, що середньостатистичний інтервал приростів урожайності насіння ріпаку озимого за рахунок комплексних мікродобрив у нормуванні внесення 1–3 л(кг)/га формує прирістну шкалу у значенні 8–25% [101, 153, 179] – варіант комплексного поєднання двох мікродобрив Розалік (В) (1 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) (ВВСН 51–53)) слід віднести до високоефективних заходів за вирощування ріпаку озимого.

З огляду на вище поданий аналіз, домінування у дисперсійній факторній схемі частки впливу головних компонент підтвердив визначений характер формування урожайності насіння гібридів ріпаку озимого з динамікою послідовної акумуляції при зростанні факторних навантажень, відповідно до вказаної методології умовного коефіцієнту оптимізації технології вирощування.

Разом із тим статистично істотна частка впливу умов року (частка А) вказує на комбінативну реалізацію досяжного значення показників у розрізі варіантів досліду лише за поєднання оптимальних погодних умов з доцільними технологічними варіантами досліду. Відповідно до проведеного регресійного порівняння (рис. 5.5), урожайність насіння ріпаку озимого зростає на фоні одночасного зростання суми опадів та середньодобової температури за період від відновлення вегетації до воскової стиглості насіння. При цьому різке зростання реакційної поверхні при інтенсивному зростанні суми опадів на фоні більш повільного реагування на зростання температури вказує на більш широкий інтервал адаптивності досліджуваних гібридів до температурних умов, ніж до умов зволоження.



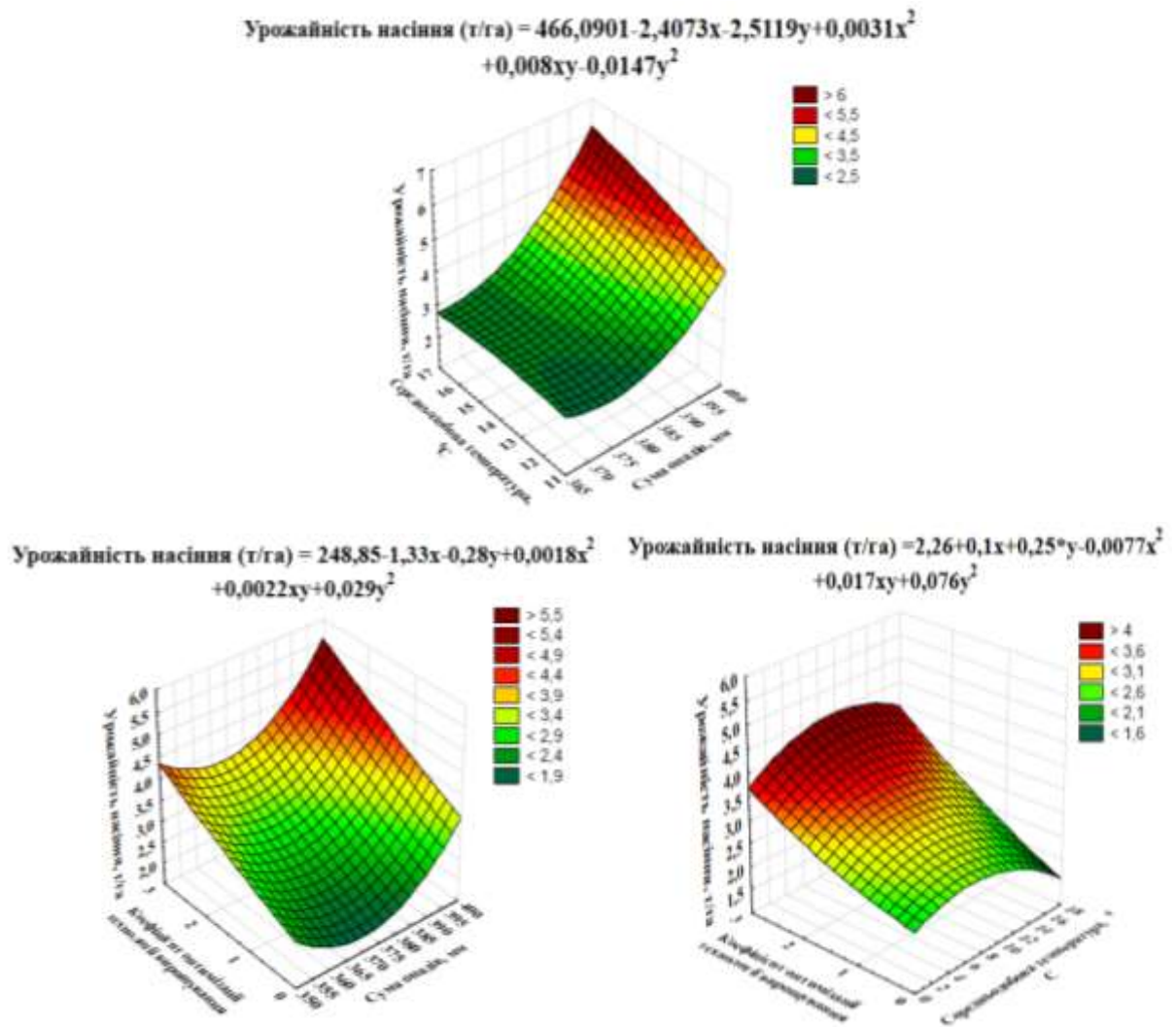


**Рисунок 5.5 – Реакційна поверхня формування урожайності насіння гібридів ріпаку озимого залежно від гідротермічних умов періоду відновлення вегетації (ВВСН 30) – воскова стиглість насіння (ВВСН 83–85) та умовного коефіцієнту оптимізації технології вирощування (для масиву даних за 2023–2025 рр.).**

При цьому застосування технологічних варіантів дослідів з максимальною оптимізацією (коефіцієнт оптимізації технології в інтервалі 2–3) підвищує адаптивність обох гібридів за рахунок значної площі максимуму показника на реакційних поверхнях за широкого інтервалу зміни як показника суми опадів, так і показника середньодобової температури.

## **5.2. Показники якості насіння та жирнокислотний склад олії ріпаку озимого залежно від комплексного поєднання фонового мінерального живлення, рістрегулюючих речовин та системи мікродобрив**

Завданням адаптивних технологій вирощування ріпаку озимого є не лише отримання відповідних рівнів урожайності з метою максимальної реалізації генотипового урожайного потенціалу, але й гарантування високої його якості, виходячи з потенційної можливості використання ріпакової олії для отримання високоякісного біопалива [346, 347]. Виходячи з цих комплексних вимог, важливим є конструювання системи живлення та рістрегуляції, яка гарантує оптимальний баланс між урожаєм та його якістю, оскільки не завжди вдається досягнути цього балансу за максимальної насіннєвої продуктивності [348].

Відомо, що незбалансоване або ж надмірне мінеральне живлення, за низького рівня забезпечення мікроелементами, особливо групи, яка впливає на якісні показники олії у ріпаку озимого (бор, молібден, мідь, цинк) – формується низький рівень олійності насіння, що може елімінувати досягнутий рівень зібраного насіння та його подальшу перспективну технологічність [179, 349].

Важливо також пам'ятати, що олійність насіння та подальша технологічність рослинних олій, в тому числі і ріпаку озимого є складною похідною від взаємодії фенотипічних детермінант сорту чи гібриду [343], рівня агрохімічного забезпечення рослин у технології їх вирощування [350, 351] та істотної частки впливу погодніх умов [352].

Тривалі багаторічні дослідження показали, що олійність насіння ріпаку озимого залежить від структури співвідношення у системі удобрення макро і мікроелементів [99], ретардантних речовин [215] та фаз їх застосування, а також від варіантів їх поєднання [350]. При цьому важливим чинником залишаються особливості морфоструктури самих рослин з позиції формування олійного та не олійного ідіотипу самих рослин [353].

Наголошується на вагомий вплив агрохімічних складових технології вирощування ріпаку озимого на структуру жирнокислотного складу насіння та відповідно отриманої олії. При цьому цей вплив є складним та неоднозначним за складної взаємодії з гідротермічними чинниками довкілля за рівня варіативності у загальному інтервалі від 25 до 55% [354–356].

Визначено, що як макро, так і мікроелементи за певних умов і співвідношень можуть впливати як на концентрацію важливих з біоенергетичної точки зору жирних кислот, так і на суттєве поліпшення та оптимізацію біохімічного складу вирощеного врожаю ріпаку, що формує передумови для ефективного його біоенергетичного використання [357].

Отримані нами результати щодо впливу комбінованої системи удобрення у поєднанні з рістрегулюючими компонентами підтвердили вказані вище результати та зроблені узагальнення. Визначено, що один з основних критеріїв технологічної та біоенергетичної якості ріпаку озимого – олійність, залежала від факторів дослідів поставлених на вивчення (таблиці 5.5 та 5.6).

Слід зауважити, що середньо багаторічний по досліді показник олійності насіння для гібриду Домінатор у значенні 45,59% та 44,91% для гібриду Абсолют мали вищий рівень на 0,42% для гібриду Абсолют та на 0,58% для гібриду Домінатор у порівнянні з попередніми результатами конкурсного зонально-екологічного сипробування даних гібридів [343].

Визначено, що оптимізація азотного живлення та живлення сіркою у варіанті як блоку осіннього удобрення, так і блоку весняно літньої вегетації (варіант В<sub>2</sub>) зумовили різнорідний характер формування олійності насіння в обох гібридів ріпаку озимого з різною динамікою у різні роки оцінки. У середньо багаторічному значенні при зіставленні варіантів поліпшеного та базового блоку основного удобрення визначено зниження олійності для гібриду від 0,65% у 2024 році до 0,19% у 2025 році. Для гібриду Абсолют – статистично неістотне зниження олійності на 0,17–0,19% у 2023 та 2024 роках та підвищення на 0,21% у 2025 році. Загальна тенденція олійності за період 2023–2025 рр. це зниження. Такі результати позитивно співвідносяться із висновками, що оптимізація азотного живлення у ріпаку озимого як правило зумовлює загальне зниження олійності за рахунок певного біохімічного антагонізму між синтезом ліпідів та синтезом білку, а для останнього процесу азот є основним джерелом акумуляції [99, 359]. Разом із тим відмічається, що тісний вплив азоту на накопичення білка та зниження олійності можливий у варіанті його певної фізіологічної надлишковості, що створює умови його перерозподілу не лише на власне формування насіння, але й на його біохімічну структуру [360, 361].

Таблиця 5.5

**Олійність насіння гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від  
варіантів дослідів поставлених на вивчення (2023–2025 рр.), %**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(B)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(C) | Позакореневе<br>підживлення<br>(D) | 2023 р. | 2024 р. | 2025 р | Середня |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------|---------|--------|---------|------|------|------|------|
| Базовий (B <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                        | C <sub>1</sub>            | D <sub>1</sub>                     | 45,25   | 46,72   | 42,15  | 44,71   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>2</sub>                     | 45,75   | 47,39   | 42,75  | 45,30   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>3</sub>                     | 46,48   | 47,68   | 43,08  | 45,75   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>4</sub>                     | 47,81   | 48,84   | 44,25  | 46,97   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>            | D <sub>1</sub>                     | 45,59   | 46,95   | 42,57  | 45,04   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>2</sub>                     | 46,21   | 47,52   | 43,17  | 45,63   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>3</sub>                     | 46,59   | 47,95   | 43,61  | 46,05   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>4</sub>                     | 48,47   | 49,28   | 44,82  | 47,52   |      |      |      |      |
| Поліпшений (B <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>            | D <sub>1</sub>                     | 44,59   | 45,27   | 41,39  | 43,75   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>2</sub>                     | 45,32   | 45,91   | 41,97  | 44,40   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>3</sub>                     | 45,73   | 46,22   | 42,32  | 44,76   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>4</sub>                     | 46,52   | 46,74   | 42,84  | 45,37   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>            | D <sub>1</sub>                     | 45,74   | 47,18   | 42,73  | 45,22   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>2</sub>                     | 46,38   | 47,82   | 43,41  | 45,87   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>3</sub>                     | 46,75   | 48,21   | 43,88  | 46,28   |      |      |      |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           | D <sub>4</sub>                     | 47,42   | 48,71   | 44,38  | 46,84   |      |      |      |      |
| НР <sub>05</sub> , %, для факторів дослідів та їх взаємодії (на підставі додатків X. 1 та Ц. 1-Ц. 3, Ц. 7)                                                                                                                                                                                                                      |                           |                                    |         |         |        |         |      |      |      |      |
| A (умови року)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           |                                    | —       | —*      | —      | —       | —    | 0,05 | 25,2 |      |
| B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |                                    | 0,09    | 7,8     | 0,08   | 5,8     | 0,08 | 7,2  | 0,04 | 10,5 |
| C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |                                    | 0,09    | 15,1    | 0,08   | 12,9    | 0,08 | 13,6 | 0,04 | 12,3 |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |                                    | 0,12    | 50,7    | 0,11   | 43,8    | 0,11 | 46,2 | 0,06 | 23,3 |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |                                    | —       | —       | —      | —       | —    | —    | 0,07 | 4,6  |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |                                    | —       | —       | —      | —       | —    | —    | 0,07 | 3,1  |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |                                    | —       | —       | —      | —       | —    | —    | 0,10 | 5,6  |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |                                    | 0,12    | 11,8    | 0,11   | 10      | 0,11 | 17   | 0,06 | 2,3  |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |                                    | 0,17    | 7,4     | 0,15   | 8       | 0,15 | 5,5  | 0,08 | 2,8  |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |                                    | 0,17    | 4,3     | 0,15   | 6,8     | 0,15 | 5,7  | 0,08 | 2,8  |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |                                    | —       | —       | —      | —       | —    | —    | 0,10 | 1,5  |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |                                    | —       | —       | —      | —       | —    | —    | 0,14 | 1,3  |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |                                    | —       | —       | —      | —       | —    | —    | 0,14 | 1,3  |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |                                    | 0,25    | 8,7     | 0,22   | 6,5     | 0,21 | 5,4  | 0,11 | 1,4  |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |                                    | —       | —       | —      | —       | —    | —    | 0,20 | 1,7  |

\* частка впливу факторів дослідів за результатами багатфакторного дисперсійного аналізу.

Для варіанту більш збалансованого азотного живлення, особливого за використання мікроелементів темпи зниження є незначними, а у випадку різкої амплітуди коливання температур – відмічено і зворотний процес акумуляції рослинних олій в насінні ріпаку [362]. При цьому, для більш пізньостиглих генотипів ріпаку озимого цей процес менш залежний в силу більш інтенсивної зміщеної динаміки в споживанні азоту та акумуляції рослинних олій у варіанті більш пролонгованого періоду формування насіння [363].

Застосування рістрегуляції було позитивним з позиції формування олійності насіння. Середня олійність по варіантах застосування ріст регуляції порівняно з варіантами без неї була на 0,93% вищою для гібриду Домінатор та на 0,53% вищою у гібриду Абсолют. Це було досягнуто шляхом вже згадуваної загальної оптимізації процесу рівномірності цвітіння та дозрівання насіння у межах суцвіття а також шляхом відповідного перерозподілу пластичних речовин, що не змінюючи загального хімізму оліснакопичення, формує позитивні процеси загального підвищення вмісту олії. З огляду на різницю у реакції вмісту олії на застосування ріст регуляції було підтверджено більш позитивну реакцію гібриду Домінатор на застосовані заходи морфорегуляції.

Найбільш ефективним з позиції формування олійності було застосування мікродобрив з різними значеннями приростів залежно від варіантів їх використання. Так у порівнянні з варіантом без застосування мікродобрив (варіант D<sub>1</sub>) одноразове внесення у фазу стеблування мікродобрива Розасоль (B) (варіант D<sub>2</sub>) у випадку гібрида Домінатор забезпечило приріст вмісту олії в абсолютному значенні на рівні 0,62%. У випадку застосування мікродобрива Розасоль 18-18-18+ME у фазу бутонізації (варіант D<sub>3</sub>) приріст показника склав 1,03%, а за комбінованого варіанту застосування комбінації із даних мікродобрив (варіант D<sub>4</sub>) – 2,0%. Для гібриду Абсолют аналогічні показники були у такій динаміці 1,18%, 1,59% та 2,39% відповідно. Такі результати підтверджують загальну позитивну дію мікродобрив з позиції приросту показника олійності в інтервалі 1,0–4,0%, а також акумулюючий ефект у варіантах багаторазового застосування позакоренових підживлень.

Таблиця 5.6

**Олійність насіння гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від  
варіантів дослідів поставлених на вивчення (2023–2025 рр.), %**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор росту<br>(С)                                                                          | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                    | 2023 р. |       | 2024 р. |       | 2025 р |      | Середня |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|---------|-------|--------|------|---------|-------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки<br>(С <sub>1</sub> )                                                       | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                     | 44,65   | 45,94 | 40,09   | 43,56 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га)<br>+ ад'ювант Спрей-Ейд (0,08<br>л/га) (D <sub>2</sub> )             | 46,04   | 47,02 | 41,22   | 44,76 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-<br>Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 46,72   | 47,19 | 41,81   | 45,24 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub><br>(D <sub>4</sub> )                            | 47,74   | 48,41 | 42,42   | 46,19 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16+ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (С <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                        | 44,84   | 46,05 | 40,22   | 43,70 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>2</sub>                                                                                        | 46,24   | 47,29 | 41,36   | 44,96 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>3</sub>                                                                                        | 46,77   | 47,63 | 41,68   | 45,36 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                        | 47,99   | 48,71 | 42,68   | 46,46 |        |      |         |       |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | С <sub>1</sub>                                                                                  | D <sub>1</sub>                                                                                        | 44,35   | 45,26 | 40,02   | 43,21 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>2</sub>                                                                                        | 45,52   | 46,49 | 40,89   | 44,30 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>3</sub>                                                                                        | 45,98   | 46,81 | 41,22   | 44,67 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                        | 46,64   | 47,32 | 41,67   | 45,21 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | С <sub>2</sub>                                                                                  | D <sub>1</sub>                                                                                        | 45,29   | 46,22 | 40,48   | 44,00 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>2</sub>                                                                                        | 46,42   | 47,44 | 41,61   | 45,16 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>3</sub>                                                                                        | 46,88   | 47,81 | 41,99   | 45,56 |        |      |         |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                        | 47,67   | 48,35 | 42,49   | 46,17 |        |      |         |       |
| НІР <sub>05</sub> , %, для факторів дослідів та їх взаємодії (на підставі додатків X. 2 та Ц. 4–Ц. 6, Ц. 7)                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                 |                                                                                                       |         |       |         |       |        |      |         |       |
| А (умови року)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                 |                                                                                                       | –       | –*    | –       | –     | –      | –    | 0,09    | 23,43 |
| В                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                 |                                                                                                       | 0,07    | 8,2   | 0,04    | 10,7  | 0,04   | 8,1  | 0,08    | 11,78 |
| С                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                 |                                                                                                       | 0,07    | 16,7  | 0,04    | 14,4  | 0,04   | 13,9 | 0,08    | 11,98 |
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                 |                                                                                                       | 0,1     | 46,9  | 0,06    | 42,2  | 0,05   | 44,1 | 0,11    | 20,53 |
| AB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                                       | –       | –     | –       | –     | –      | –    | 0,13    | 3,51  |
| AC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                                       | –       | –     | –       | –     | –      | –    | 0,13    | 2,41  |
| AD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                                       | –       | –     | –       | –     | –      | –    | 0,19    | 8,67  |
| BC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                                       | 0,1     | 13,6  | 0,06    | 11    | 0,05   | 7,2  | 0,11    | 2,01  |
| BD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                                       | 0,15    | 5,8   | 0,09    | 8,7   | 0,08   | 8,8  | 0,15    | 3,13  |
| CD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                 |                                                                                                       | 0,15    | 3,8   | 0,09    | 6,2   | 0,08   | 7,7  | 0,15    | 2,55  |
| ABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                 |                                                                                                       | –       | –     | –       | –     | –      | –    | 0,19    | 1,73  |
| ABD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                 |                                                                                                       | –       | –     | –       | –     | –      | –    | 0,27    | 1,89  |
| ACD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                 |                                                                                                       | –       | –     | –       | –     | –      | –    | 0,27    | 1,75  |
| BCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                 |                                                                                                       | 0,21    | 5,2   | 0,12    | 8,1   | 0,11   | 8,5  | 0,22    | 2,22  |
| ABCD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                 |                                                                                                       | –       | –     | –       | –     | –      | –    | 0,09    | 1,61  |

\* частка впливу факторів дослідів за результатами багатфакторного дисперсійного аналізу.

Відмічена також більш істотна дія мікродобрив добрив за умови гідротермічного режиму відносно сприятливого для процесів формування генеративної частини та плодоеlementів. Так, максимальні прирости за комбінованого варіанту мікродобрив (варіант D<sub>4</sub>) було отримано у 2023 році як найбільш сприятливого з позиції погодних чинників – 2,26% у гібриду Домінатор та 2,73% у гібриду Абсолют, а мінімальні – 1,86% та 2,11% відповідно в умовах 2025 року, як найменш сприятливого для формування насіння.

У результаті, у середньо багаторічному значенні максимальний показник олійності було досягнуто у варіанті максимального поєднання заходів оптимізації вирощування ріпаку озимого, який передбачав поліпшений варіант основного блоку удобрення, застосування рістрегуляції та комбінованого використання мікродобрив (варіант B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>) з приростом до рубіжного відмінного варіанту вивчаємих варіантів (комбінація факторів B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>) на рівні 2,13% у гібриду Домінатор та 2,61% у гібриду Абсолют.

Зроблений аналіз узгоджується із результатами оцінки факторної системи впливу на результативну ознаку олійності. У факторній системі без річної варіанси (чинника А) частка впливу варіантів основного блоку удобрення у гібридів була 7,9%, для варіантів рістрегуляції 14,5% та 45,6% для фактора підживлень. Введення фактора А змінює характер та структуру співвідношення з аналогічними значеннями головних факторів 11,1%, 12,1% та 21,9% відповідно. При цьому середня по гібридах частка впливу умов року – 24,3%.

Висока частка фактора гідротермічних умов (фактор А) у загальній факторній системі, у тому числі додатково 20,3% за взаємодії фактора А з іншими факторами дослідження дозволила застосувати регресійний аналіз (рис. 5.6). За результатами такої оцінки визначено прямий характер залежності олійності насіння від суми опадів за період цвітіння–воскова стиглість насіння з показником детермінації ( $d_{xy}$ ) 62,7% та обернений зв'язок з показником середньодобової температури за цей же період за  $d_{xy} = 82,1\%$ . Паралельно із цим, встановлена прямоформулюючого характеру середньої тісноти залежність олійності насіння від показника випаровуваності (при  $d_{xy} = 39,0\%$ ) та обернено формулююча середньої сили залежність з коефіцієнтом зволоження.

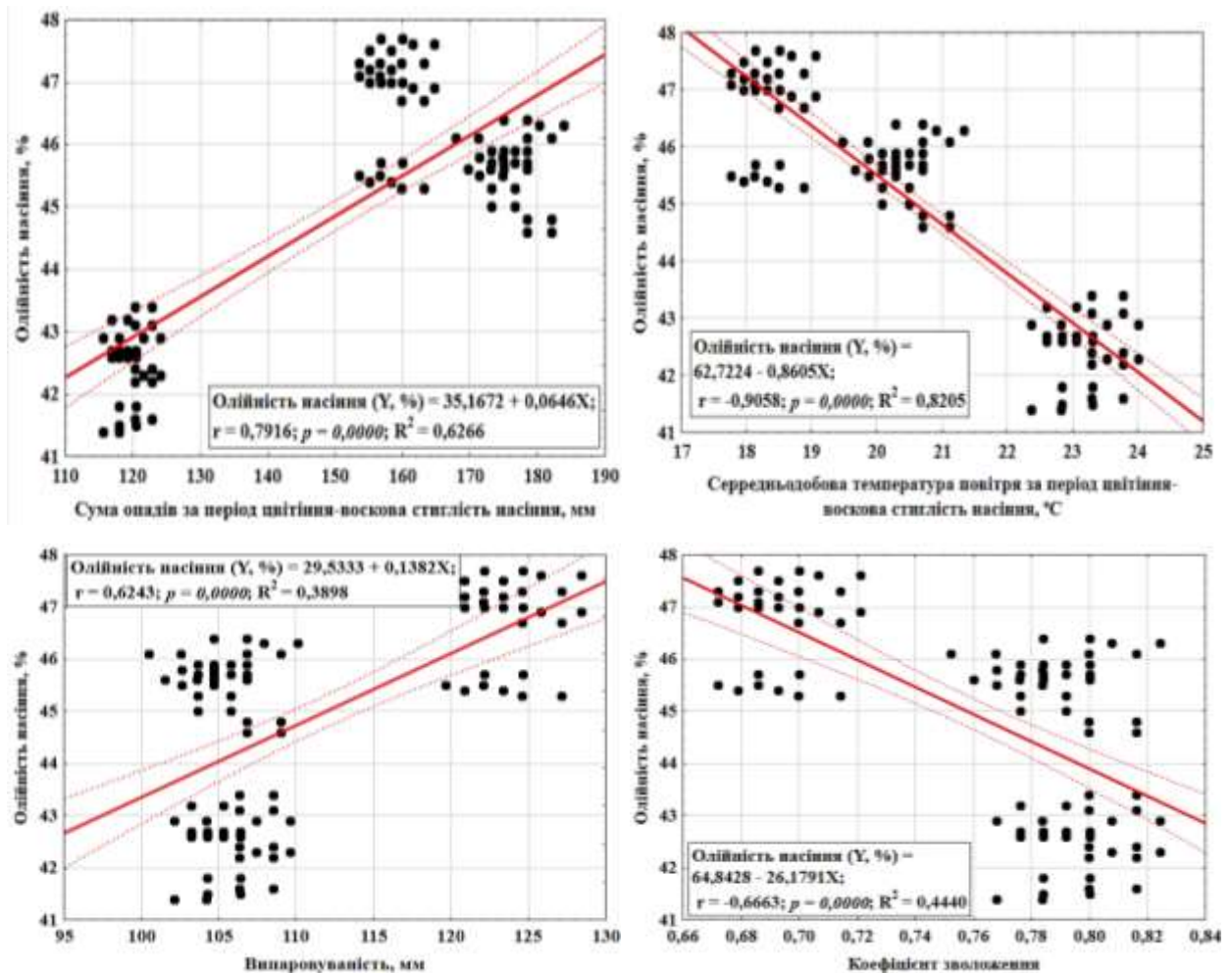


Рисунок 5.6 – Залежність олійності насіння гібридів ріпаку озимого від гідротермічних параметрів за період від цвітіння (ВВСН 62–63) до воскової стиглості насіння (ВВСН 83–85) (єдиний масив даних, 2023–2025 рр.)

Визначений характер залежності вказує на те, що олійність насіння ріпаку озимого буде визначатись комбінативною результативністю співвідношення динаміки добового наростання температури повітря на фоні середньої суми опадів за період його формування. При цьому позитивні процеси відповідної температури на фоні середнього рівня вологості повітря та насиченості його водною парою, що формує приріст випаровуваності буде сприяти накопиченню олії в насінні ріпаку. Зворотні процеси будуть знижувати вміст олії в насінні.

Разом із тим, встановлено, що визначені процеси біотичної регуляції накопичення олії в насінні успішно корегуються системою застосованих чинників оптимізації технології вирощування ріпаку озимого у виразі умовного коефіцієнта оптимізації технології (рис. 5.7).



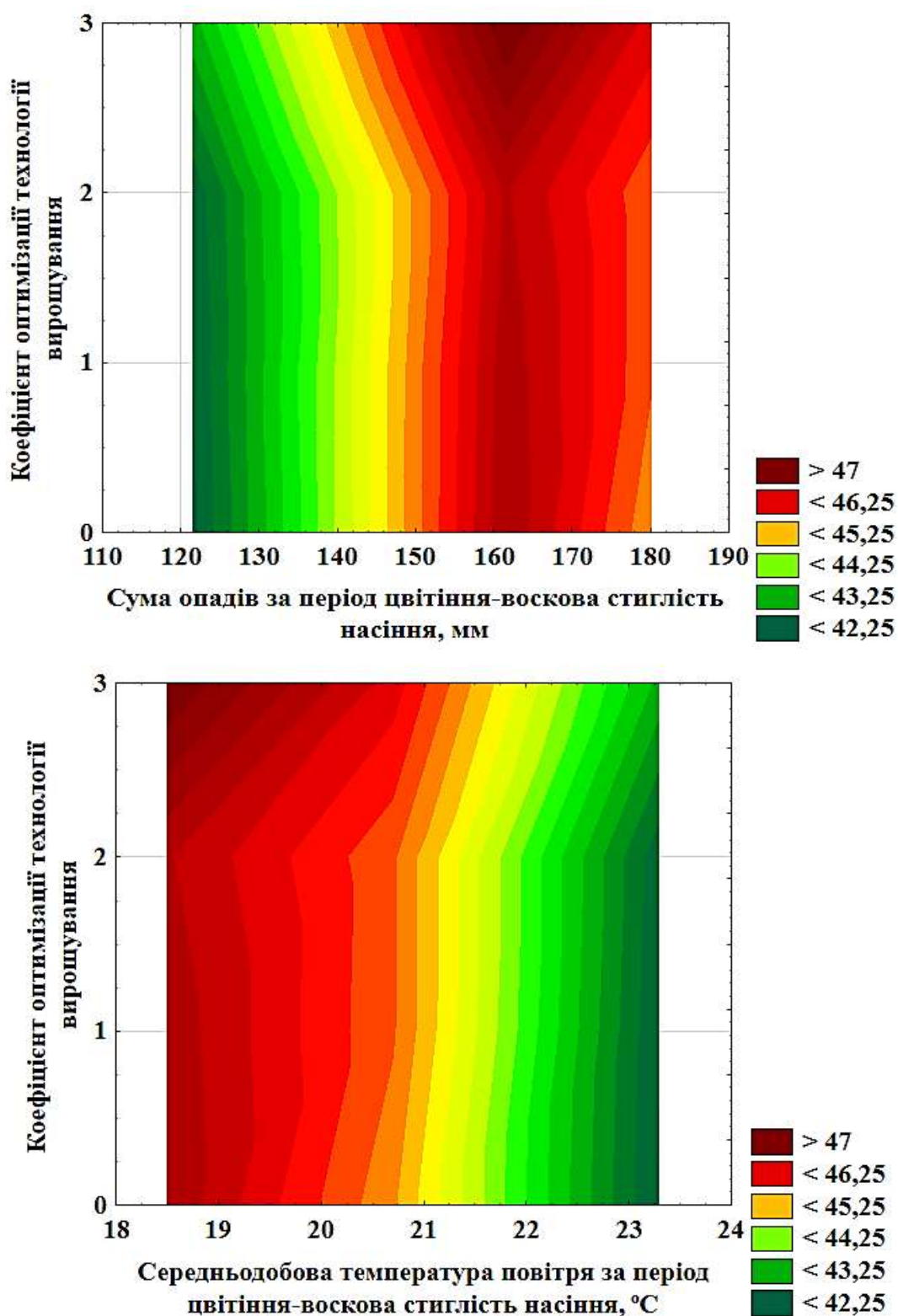


Рисунок 5.7. – Графіки проекцій залежностей формування олійності насіння гібридів ріпаку озимого від взаємодії оптимізації технології вирощування ріпаку у виразі коефіцієнта оптимізації технології та базових гідротермічних параметрів за період цвітіння (ВВСН 62–63) – воскова стиглість насіння (ВВСН 83–85) (в єдиному масиві даних за 2023–2025 рр.)

Виходячи із представлених даних, максимального показника вмісту олії в насінні досліджуваних гібридів ріпаку озимого із статистично достовірною ймовірністю слід очікувати у варіантах максимального поєднання факторів оптимізації технології вирощування ріпаку озимого (комбінація факторів  $B_2C_2D_4$  (коефіцієнт оптимізації технології вирощування 3)) у інтервалі суми опадів в інтервалі 154–168 мм за період цвітіння–воскова стиглість насіння за показника середньодобової температури в інтервалі 18,5–19°C. Це додатково підтверджує наші попередні висновки щодо ролі гідротермічних параметрів у формуванні вмісту олії в насінні (див. рис. 5.6).

Встановлено, що жирнокислотний склад насіння хрестоцвітих видів рослин має складний варіативний характер залежно як від агротехнологічних складових технології (добрива, засоби захисту, ретарданти тощо), так і від комплексу абіотичних факторів довкілля [364, 365].

Відмічено [366–370], що якість структури жирних кислот, на фоні істотної частки відповідного генетичного контролю, залежить від ряду чинників поставлених на оцінку у наших дослідженнях. Зокрема, ціла низка досліджень вказує що як мікро, так і мікроелементи і зокрема їх діюча форма, строки застосування, комплексність самих добрив визначають по суті біохімічну структуру насіння ріпаку озимого [371, 372].

Дані висновки було підтверджено і в наших дослідженнях. Так, за результатами порівняння поліпшеного блоку основного удобрення та базового ( $B_2/V_1$ ) у гібриду Домінатор (табл. 5.7) визначено у середньобагаторічному вимірі зростання в абсолютному виразі вмісту таких жирних кислот пальмітинової (C 16:0) на 0,125%, стеаринової (C 18:0) на 0,051%, олеїнової (C 18:0) на 1,311%, арахінової (C 20:0) на 0,045% та ейкозенової (C 20:1) на 0,124%. На противагу вказаному переліку вміст мав виражену тенденцію до зниження для таких жирних кислот як пальмітолеїнова (C 16:1) на 0,05%, лінолевої (C 18:2) на 0,61% та ліноленової (C 18:3) на 1,0%.

Таблиця 5.7

**Жирнокислотний склад олії з насіння гібриду ріпаку озимого**  
**Домінатор залежно від варіантів досліду (середнє за 2023–2025 рр.)**

| Основний ґулок<br>удобрєння<br>(чинник В) | Регулятор росту<br>(чинник С) | Підживлення<br>(чинник D) | Пальмітинова<br>(С 16:0) | Пальмітолеїнова<br>(С 16:1) | Стеаринова<br>(С 18:0) | Олеїнова<br>(С 18:1) | Лінолева<br>(С 18:2) | Ліноленова<br>(С 18:3) | Арахінова<br>(С 20:0) | Ейкозєнова<br>(С 20:1) | Ейкозатрієнова<br>(С 20:3) |
|-------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|
| Базовий (В <sub>1</sub> )                 | *С <sub>1</sub>               | *D <sub>1</sub>           | 5,23                     | 0,43                        | 1,47                   | 64,33                | 19,47                | 8,18                   | 0,30                  | 0,59                   | –                          |
|                                           |                               | D <sub>2</sub>            | 5,21                     | 0,39                        | 1,50                   | 64,44                | 19,47                | 8,07                   | 0,31                  | 0,61                   | –                          |
|                                           |                               | D <sub>3</sub>            | 5,21                     | 0,35                        | 1,53                   | 64,61                | 19,24                | 8,02                   | 0,33                  | 0,63                   | 0,08                       |
|                                           |                               | D <sub>4</sub>            | 5,19                     | 0,29                        | 1,55                   | 64,81                | 19,13                | 7,98                   | 0,35                  | 0,64                   | 0,06                       |
|                                           | С <sub>2</sub>                | D <sub>1</sub>            | 5,19                     | 0,38                        | 1,50                   | 64,38                | 19,53                | 8,12                   | 0,32                  | 0,58                   | –                          |
|                                           |                               | D <sub>2</sub>            | 5,16                     | 0,33                        | 1,53                   | 64,59                | 19,36                | 8,09                   | 0,33                  | 0,61                   | –                          |
|                                           |                               | D <sub>3</sub>            | 5,11                     | 0,29                        | 1,55                   | 64,62                | 19,33                | 8,07                   | 0,35                  | 0,61                   | 0,07                       |
|                                           |                               | D <sub>4</sub>            | 5,09                     | 0,25                        | 1,59                   | 64,71                | 19,29                | 8,01                   | 0,35                  | 0,63                   | 0,08                       |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> )              | С <sub>1</sub>                | D <sub>1</sub>            | 5,39                     | 0,40                        | 1,51                   | 65,32                | 19,12                | 7,18                   | 0,33                  | 0,75                   | –                          |
|                                           |                               | D <sub>2</sub>            | 5,37                     | 0,39                        | 1,55                   | 65,51                | 18,95                | 7,12                   | 0,35                  | 0,76                   | –                          |
|                                           |                               | D <sub>3</sub>            | 5,32                     | 0,36                        | 1,58                   | 65,58                | 18,86                | 7,05                   | 0,37                  | 0,78                   | 0,10                       |
|                                           |                               | D <sub>4</sub>            | 5,31                     | 0,32                        | 1,61                   | 65,68                | 18,91                | 6,97                   | 0,39                  | 0,76                   | 0,05                       |
|                                           | С <sub>2</sub>                | D <sub>1</sub>            | 5,28                     | 0,32                        | 1,53                   | 65,97                | 18,71                | 7,14                   | 0,35                  | 0,7                    | –                          |
|                                           |                               | D <sub>2</sub>            | 5,35                     | 0,29                        | 1,55                   | 66,08                | 18,55                | 7,09                   | 0,37                  | 0,72                   | –                          |
|                                           |                               | D <sub>3</sub>            | 5,29                     | 0,24                        | 1,58                   | 66,29                | 18,41                | 7,01                   | 0,38                  | 0,73                   | 0,07                       |
|                                           |                               | D <sub>4</sub>            | 5,37                     | 0,20                        | 1,60                   | 66,44                | 18,23                | 6,98                   | 0,4                   | 0,73                   | 0,05                       |
| НР <sub>05А</sub> (критерії умов року)    |                               |                           | 0,009                    | 0,009                       | 0,009                  | 0,007                | 0,008                | 0,009                  | 0,007                 | 0,009                  | –                          |
| В                                         |                               |                           | 0,068                    | 0,060                       | 0,071                  | 0,058                | 0,062                | 0,075                  | 0,056                 | 0,080                  | –                          |
| С                                         |                               |                           | 0,010                    | 0,009                       | 0,014                  | 0,007                | 0,009                | 0,011                  | 0,009                 | 0,012                  | –                          |
| D                                         |                               |                           | 0,010                    | 0,009                       | 0,014                  | 0,007                | 0,009                | 0,011                  | 0,009                 | 0,012                  | –                          |
| AB                                        |                               |                           | 0,013                    | 0,011                       | 0,017                  | 0,009                | 0,012                | 0,014                  | 0,010                 | 0,015                  | –                          |
| AC                                        |                               |                           | 0,016                    | 0,011                       | 0,017                  | 0,018                | 0,023                | 0,028                  | 0,021                 | 0,030                  | –                          |
| AD                                        |                               |                           | 0,016                    | 0,011                       | 0,017                  | 0,018                | 0,023                | 0,028                  | 0,021                 | 0,030                  | –                          |
| BC                                        |                               |                           | 0,014                    | 0,013                       | 0,019                  | 0,009                | 0,014                | 0,016                  | 0,012                 | 0,017                  | –                          |
| BD                                        |                               |                           | 0,014                    | 0,013                       | 0,019                  | 0,009                | 0,014                | 0,016                  | 0,012                 | 0,017                  | –                          |
| BC                                        |                               |                           | 0,020                    | 0,017                       | 0,024                  | 0,015                | 0,018                | 0,021                  | 0,016                 | 0,023                  | –                          |
| ABC                                       |                               |                           | 0,043                    | 0,041                       | 0,047                  | 0,034                | 0,039                | 0,047                  | 0,035                 | 0,049                  | –                          |
| ABD                                       |                               |                           | 0,043                    | 0,041                       | 0,047                  | 0,034                | 0,039                | 0,047                  | 0,035                 | 0,049                  | –                          |
| ACD                                       |                               |                           | 0,047                    | 0,043                       | 0,051                  | 0,040                | 0,043                | 0,052                  | 0,039                 | 0,054                  | –                          |
| BCD                                       |                               |                           | 0,048                    | 0,044                       | 0,053                  | 0,043                | 0,044                | 0,057                  | 0,040                 | 0,057                  | –                          |
| ABCD                                      |                               |                           | 0,069                    | 0,065                       | 0,073                  | 0,059                | 0,060                | 0,076                  | 0,057                 | 0,081                  | –                          |

Примітка. \*С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> – варіанти відповідно без рістрегуляції та з нею. D<sub>1</sub> – Без підживлення; D<sub>2</sub> – ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га); D<sub>3</sub> – ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га); D<sub>4</sub> – комбінація варіантів D<sub>2</sub> та D<sub>3</sub>. \*\*Вміст ерукової кислоти (С 22:1) було відмічено у трьох варіантах В<sub>1</sub>С<sub>2</sub>Д<sub>3</sub> 0,019 %, В<sub>1</sub>С<sub>2</sub>Д<sub>4</sub> 0,029% та В<sub>2</sub>С<sub>2</sub>Д<sub>4</sub> 0,052% у концентрації 0,013% лише для умов 2024 року, для інших років значення було нижче 0,01% (категорія сліди).

Для жирнокислотного профілю насіння гібриду Абсолют (табл. 5.8) визначено наступну динаміку – зростання стеаринової (C 18:0) на 0,066%, олеїнової (C 18:0) на 1,900%, арахінової (C 20:0) на 0,083% та ейкозенової (C 20:1) на 0,021%, а зниження – пальмітинова (C 16:0) на 0,154%, пальмітолеїнова (C 16:1) на 0,063%, лінолевої (C 18:2) на 0,44% та ліноленової (C 18:3) на 1,43%.

Для варіанту застосування рістрегуляторів (варіант C<sub>2</sub>) зміни визначені в аналізі фактора основного блоку удобрення залишились аналогічні. З позитивного потрібно зазначити додаткове зростання вмісту олеїнової кислоти (C 18:0) на 0,325% та зниження вмісту лінолевої (C 18:2) та ліноленової (C 18:3) на 0,218% та на 0,126% відповідно.

Встановлено специфічну дію мікродобрив на структуру жирнокислотного складу насіння гібридів. Статистично значущі величини зміни концентрації жирних кислот відмічено лише у варіанті комбінованого використання мікродобрив (варіант D<sub>4</sub>) за високої варіативності такого впливу. Найбільш значущі з позиції якості олії, зокрема на біоенергетичні потреби зміни відмічено за зростання вмісту олеїнової кислоти (C 18:0) на 0,35–0,45% залежно від гібриду за зниження вмісту лінолевої (C 18:2) та ліноленової (C 18:3) на 0,318% та 0,365% відповідно.

Такий характер співвідношення впливу факторів мав певні відмінності у межах окремих жирних кислот, що пов'язано як з особливостями їх хімічного синтезу [356, 360, 369], так і з реакцією гібридів на умови довкілля особливо у процесі формування та наливу насіння [99]. З цієї позиції було визначено високу варіативність формування структури жирнокислотного складу насіння у межах досліджуваних варіантів як для гібриду Домінатор, так і для гібриду Абсолют.

У підсумку структура груп жирних кислот мала відмінності у розрізі досліджуваних варіантів. Для гібриду Домінатор при порівнянні варіантів з рістрегуляцією і двома позакореневими підживленнями на фоні поліпшеного блоку основного удобрення забезпечують зростання частки насичених жирних кислот на 0,37%, частки мононенасичених жирних кислот на 2,0%, за одночасного зниження частки поліненасичених жирних кислот на 2,4%. На фоні цього встановлена стала динаміка зниження у середньобагаторічному

вимірі коефіцієнту десатурації лінолевої кислоти та коефіцієнту співвідношення полінасичених та мононасичених жирних кислот, а також загального коефіцієнту десатурації. Тобто відбувається статистично помітна оптимізація олії з насіння ріпаку шляхом формування більш стабільної біохімічної структури, яка може мати краще технологічне застосування та загальну біоенергетичну ефективність трансформації у біодизель, що особливо відчутне при порівнянні значень крайніх варіантів загальної схеми досліду за рівнем оптимізації та інтенсивності.

Визначені особливості позитивно співвідносяться з дослідженнями технологічності рослинних олій з позиції їх біоенергетичного використання, де коефіцієнт співвідношення поліненасичених та мононенасичених жирних кислот використовується як один з критеріїв його ефективності [355, 356, 360].

Визначений характер взаємодії чинників досліду було підтверджено результатами співвідношення дисперсій за результатами багатofакторного аналізу в системі досліду (рис. 5.8). Згідно такої оцінки для гібриду Домінатор на частку впливу головних факторів системи становила: для особливостей погодніх умов (фактор А умови року) 19,7%, фактор основного блоку удобрення (В) 22,1%, фактор ріст регуляції (С) 5,2% та фактор позакореневих підживлень (D) 15,37%. Максимальна частка впливу у взаємодії факторів встановлена для комбінації BD – 11.2% та для комбінації АВ – 4,8%.

Для гібриду Абсолют система впливу факторів досліду за подібності розподілу головних факторів мала істотно складнішу сітку взаємодій фактора А з основними технологічними факторами досліду.

Потрібно зазначити, що вузькі інтервальні кроки змін як структури жирних кислот за насиченістю, так і визначена помірنا частка впливу умов року (фактор А) вказують на вже згадувану генетико-біохімічну складову синтезу та акумуляції жирних кислот [355]. При цьому, як відмічається [356], частка коректую чого впливу оптимізації удобрення та рістрегуляції потенційно може займати не вище 20% факторного впливу та не вище 3–10% відносного прирісного.

Таблиця 5.8

**Жирнокислотний склад олії з насіння гібриду ріпаку озимого Абсолют  
залежно від варіантів дослідів (середнє за 2023–2025 рр.)\*\***

| Блок основного<br>удобрєння<br>(чинник В) |                 | Регулятора росту<br>(чинник С) | Підживлення<br>(чинник D) | Пальмітинова<br>(С 16:0) | Пальмітолеїнова<br>(С 16:1) | Стеаринова<br>(С 18:0) | Олеїнова<br>(С 18:1) | Лінолева<br>(С 18:2) | Ліноленова<br>(С 18:3) | Арахінова<br>(С :20:0) | Ейкозанова<br>(С 20:1) | Ейкозатрієнова<br>(С 20:3) |
|-------------------------------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| *Базовий (В <sub>1</sub> )                | *С <sub>1</sub> | *D <sub>1</sub>                | 4,67                      | 0,39                     | 1,73                        | 64,68                  | 18,34                | 8,88                 | 0,44                   | 0,87                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>2</sub>                 | 4,51                      | 0,36                     | 1,78                        | 64,87                  | 18,33                | 8,81                 | 0,46                   | 0,88                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>3</sub>                 | 4,45                      | 0,36                     | 1,82                        | 64,90                  | 18,30                | 8,79                 | 0,48                   | 0,90                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>4</sub>                 | 4,39                      | 0,34                     | 1,86                        | 64,99                  | 18,21                | 8,67                 | 0,51                   | 0,91                   | 0,12                   |                            |
|                                           | С <sub>2</sub>  | D <sub>1</sub>                 | 4,61                      | 0,38                     | 1,72                        | 64,77                  | 18,36                | 8,85                 | 0,46                   | 0,85                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>2</sub>                 | 4,49                      | 0,34                     | 1,76                        | 64,85                  | 18,39                | 8,82                 | 0,48                   | 0,87                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>3</sub>                 | 4,47                      | 0,32                     | 1,79                        | 64,92                  | 18,27                | 8,75                 | 0,50                   | 0,89                   | 0,09                   |                            |
|                                           |                 | D <sub>4</sub>                 | 4,4                       | 0,32                     | 1,81                        | 65,04                  | 18,28                | 8,65                 | 0,52                   | 0,91                   | 0,07                   |                            |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> )              | С <sub>1</sub>  | D <sub>1</sub>                 | 4,42                      | 0,33                     | 1,81                        | 66,57                  | 17,76                | 7,75                 | 0,49                   | 0,87                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>2</sub>                 | 4,36                      | 0,31                     | 1,84                        | 66,67                  | 17,9                 | 7,49                 | 0,52                   | 0,91                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>3</sub>                 | 4,31                      | 0,30                     | 1,86                        | 66,73                  | 17,84                | 7,39                 | 0,55                   | 0,93                   | 0,09                   |                            |
|                                           |                 | D <sub>4</sub>                 | 4,2                       | 0,27                     | 1,86                        | 66,83                  | 17,94                | 7,26                 | 0,58                   | 0,95                   | 0,11                   |                            |
|                                           | С <sub>2</sub>  | D <sub>1</sub>                 | 4,47                      | 0,33                     | 1,84                        | 66,65                  | 17,82                | 7,51                 | 0,53                   | 0,85                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>2</sub>                 | 4,43                      | 0,30                     | 1,88                        | 66,75                  | 17,88                | 7,31                 | 0,57                   | 0,88                   | –                      |                            |
|                                           |                 | D <sub>3</sub>                 | 4,37                      | 0,29                     | 1,90                        | 66,83                  | 17,83                | 7,19                 | 0,59                   | 0,93                   | 0,07                   |                            |
|                                           |                 | D <sub>4</sub>                 | 4,25                      | 0,27                     | 1,92                        | 67,01                  | 17,91                | 6,95                 | 0,61                   | 0,97                   | 0,11                   |                            |
| НІР <sub>05</sub> А (критерій умов року)  |                 |                                | 0,009                     | 0,009                    | 0,010                       | 0,007                  | 0,008                | 0,010                | 0,007                  | 0,009                  | –                      |                            |
| В                                         |                 |                                | 0,071                     | 0,062                    | 0,074                       | 0,061                  | 0,065                | 0,078                | 0,059                  | 0,084                  | –                      |                            |
| С                                         |                 |                                | 0,011                     | 0,009                    | 0,015                       | 0,007                  | 0,010                | 0,012                | 0,009                  | 0,012                  | –                      |                            |
| D                                         |                 |                                | 0,011                     | 0,009                    | 0,015                       | 0,007                  | 0,010                | 0,012                | 0,009                  | 0,012                  | –                      |                            |
| AB                                        |                 |                                | 0,013                     | 0,012                    | 0,018                       | 0,010                  | 0,012                | 0,014                | 0,011                  | 0,016                  | –                      |                            |
| AC                                        |                 |                                | 0,027                     | 0,022                    | 0,031                       | 0,019                  | 0,024                | 0,029                | 0,022                  | 0,031                  | –                      |                            |
| AD                                        |                 |                                | 0,027                     | 0,022                    | 0,031                       | 0,019                  | 0,024                | 0,029                | 0,022                  | 0,031                  | –                      |                            |
| BC                                        |                 |                                | 0,015                     | 0,013                    | 0,020                       | 0,010                  | 0,014                | 0,017                | 0,012                  | 0,018                  | –                      |                            |
| BD                                        |                 |                                | 0,015                     | 0,013                    | 0,020                       | 0,010                  | 0,014                | 0,017                | 0,012                  | 0,018                  | –                      |                            |
| BC                                        |                 |                                | 0,020                     | 0,018                    | 0,025                       | 0,016                  | 0,019                | 0,022                | 0,017                  | 0,024                  | –                      |                            |
| ABC                                       |                 |                                | 0,045                     | 0,043                    | 0,049                       | 0,036                  | 0,041                | 0,049                | 0,036                  | 0,052                  | –                      |                            |
| ABD                                       |                 |                                | 0,045                     | 0,043                    | 0,049                       | 0,036                  | 0,041                | 0,049                | 0,036                  | 0,052                  | –                      |                            |
| ACD                                       |                 |                                | 0,049                     | 0,045                    | 0,053                       | 0,042                  | 0,045                | 0,054                | 0,041                  | 0,057                  | –                      |                            |
| BCD                                       |                 |                                | 0,051                     | 0,046                    | 0,055                       | 0,045                  | 0,046                | 0,060                | 0,042                  | 0,060                  | –                      |                            |
| ABCD                                      |                 |                                | 0,072                     | 0,069                    | 0,077                       | 0,061                  | 0,062                | 0,079                | 0,060                  | 0,085                  | –                      |                            |

Примітка. \*С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> – варіанти відповідно без рістрегуляції та з нею. D<sub>1</sub> – Без підживлення; D<sub>2</sub> – ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га); D<sub>3</sub> – ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га); D<sub>4</sub> – комбінація варіантів D<sub>2</sub> та D<sub>3</sub>. \*\*Вміст ерукової кислоти (С 22:1) було відмічено фрагментарно у концентрації 0,013% лише для умов 2024 року, для інших років значення було нижче 0,01% (категорія сліди).

У підсумку структура груп жирних кислот мала відмінності у розрізі досліджуваних варіантів вивчаємої системи удобрення та рістрегуляції.

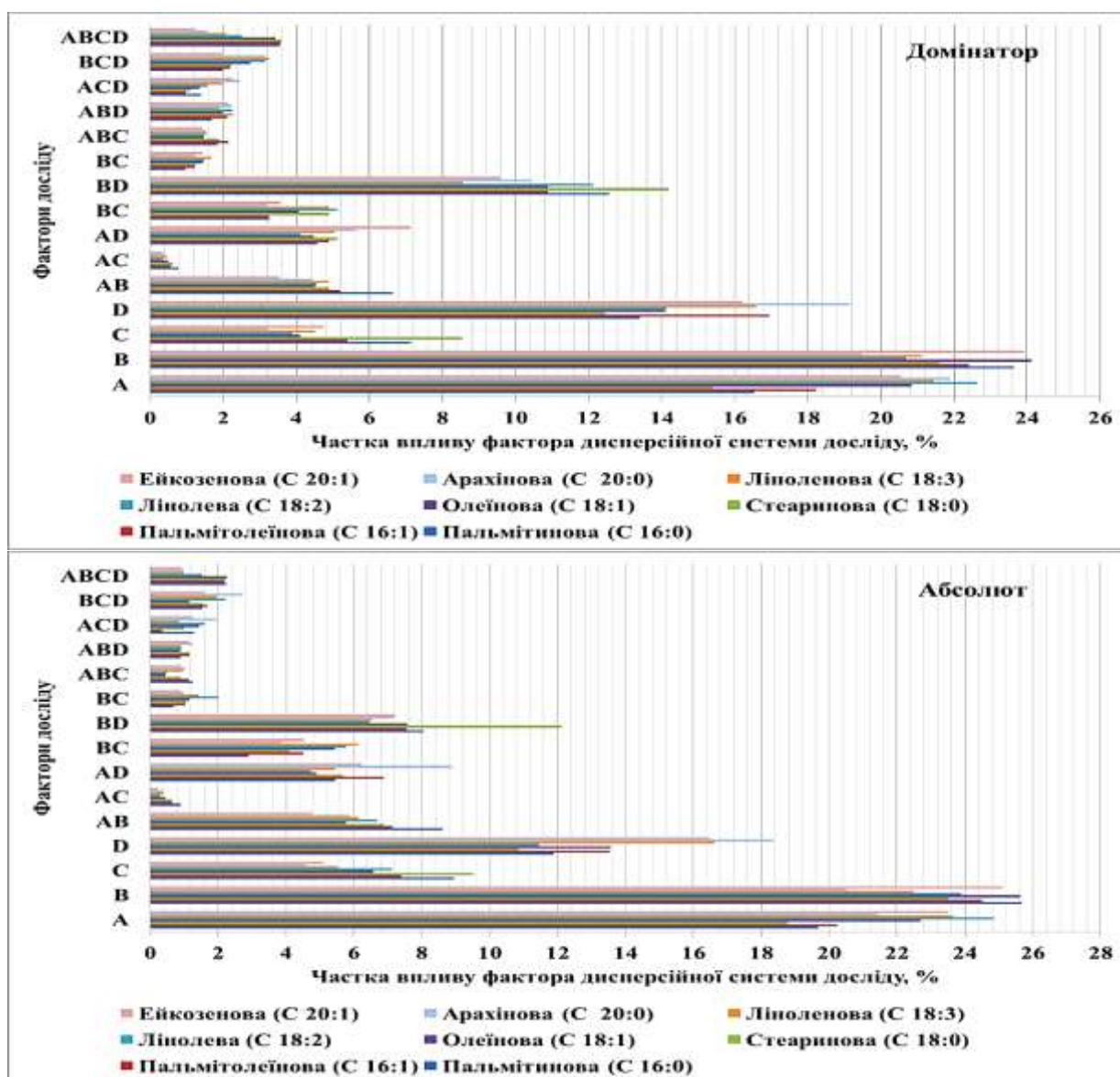


**Рисунок. 5.8 – Частка впливу факторів досліджу на структуру жирнокислотного складу олії насіння гібридів ріпаку озимого (за результатами багатофакторного дисперсійного аналізу, 2023–2025 рр.)**

Для гібриду Домінатор (табл. 5.9) при порівнянні варіантів з рістрегуляцією і двома позакореновими підживленнями на фоні поліпшеного блоку основного удобрення забезпечують зростання частки насичених жирних кислот на 0,37%, частки мононенасичених жирних кислот на 2,0%, за одночасного зниження частки поліненасичених жирних кислот на 2,4%.

Таблиця 5.9

**Показники біоенергетичної якості жирнокислотного складу олії з  
насіння гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від варіантів досліду  
поставлених на вивчення (2023–2025 рр.), %**

| Основний ґулук удобрєння<br>(чинник В) | Рєгулятор рєсту<br>(чинник С) | Підживлення (чинник D) | Частка насичених жирних<br>кислот, % | Частка мононенасичених<br>жирних кислот, % | Частка поліненасичених<br>жирних кислот, % | Коефіцієнти якості            |                                |                                                   |                                                   |                                                                             |                                                                                             |
|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                               |                        |                                      |                                            |                                            | коефіцієнт подовження<br>(ER) | коефіцієнт<br>десатурації (DR) | коефіцієнт десатурації<br>олєїнової кислоти (ODR) | коефіцієнт десатурації<br>лінолевої кислоти (LDR) | коефіцієнт співвідношення<br>насичених і ненасичених<br>жирних кислот (S/U) | коефіцієнт співвідношення<br>поліненасичених та<br>мононенасичених<br>жирних кислот (PU/MU) |
| Базовий (В <sub>1</sub> )              | *С <sub>1</sub>               | *D <sub>1</sub>        | 7,00                                 | 65,35                                      | 27,65                                      | 0,006                         | 0,299                          | 0,301                                             | 0,296                                             | 0,075                                                                       | 0,423                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>2</sub>         | 7,02                                 | 65,44                                      | 27,54                                      | 0,007                         | 0,297                          | 0,299                                             | 0,293                                             | 0,076                                                                       | 0,421                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>3</sub>         | 7,07                                 | 65,59                                      | 27,34                                      | 0,007                         | 0,295                          | 0,297                                             | 0,294                                             | 0,076                                                                       | 0,417                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>4</sub>         | 7,09                                 | 65,74                                      | 27,17                                      | 0,007                         | 0,293                          | 0,295                                             | 0,294                                             | 0,076                                                                       | 0,413                                                                                       |
|                                        | С <sub>2</sub>                | D <sub>1</sub>         | 7,01                                 | 65,34                                      | 27,65                                      | 0,006                         | 0,299                          | 0,300                                             | 0,294                                             | 0,075                                                                       | 0,423                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>2</sub>         | 7,02                                 | 65,53                                      | 27,45                                      | 0,007                         | 0,296                          | 0,298                                             | 0,295                                             | 0,076                                                                       | 0,419                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>3</sub>         | 7,01                                 | 65,52                                      | 27,47                                      | 0,007                         | 0,296                          | 0,298                                             | 0,295                                             | 0,075                                                                       | 0,419                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>4</sub>         | 7,03                                 | 65,59                                      | 27,38                                      | 0,007                         | 0,295                          | 0,297                                             | 0,293                                             | 0,076                                                                       | 0,417                                                                                       |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> )           | С <sub>1</sub>                | D <sub>1</sub>         | 7,23                                 | 66,47                                      | 26,3                                       | 0,008                         | 0,285                          | 0,287                                             | 0,273                                             | 0,078                                                                       | 0,396                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>2</sub>         | 7,27                                 | 66,66                                      | 26,07                                      | 0,008                         | 0,282                          | 0,285                                             | 0,273                                             | 0,078                                                                       | 0,391                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>3</sub>         | 7,27                                 | 66,72                                      | 26,01                                      | 0,008                         | 0,281                          | 0,283                                             | 0,272                                             | 0,078                                                                       | 0,390                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>4</sub>         | 7,31                                 | 66,76                                      | 25,93                                      | 0,008                         | 0,280                          | 0,283                                             | 0,269                                             | 0,079                                                                       | 0,388                                                                                       |
|                                        | С <sub>2</sub>                | D <sub>1</sub>         | 7,16                                 | 66,99                                      | 25,85                                      | 0,008                         | 0,279                          | 0,282                                             | 0,276                                             | 0,077                                                                       | 0,386                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>2</sub>         | 7,27                                 | 67,09                                      | 25,64                                      | 0,008                         | 0,277                          | 0,280                                             | 0,277                                             | 0,078                                                                       | 0,382                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>3</sub>         | 7,25                                 | 67,26                                      | 25,49                                      | 0,008                         | 0,275                          | 0,277                                             | 0,276                                             | 0,078                                                                       | 0,379                                                                                       |
|                                        |                               | D <sub>4</sub>         | 7,37                                 | 67,37                                      | 25,26                                      | 0,008                         | 0,273                          | 0,275                                             | 0,277                                             | 0,080                                                                       | 0,375                                                                                       |

Примітка. \*С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> – варіанти відповідно без рїстрєгуляції та з нею. D<sub>1</sub> – Без підживлення; D<sub>2</sub> – ВВСН 31–34: Розалїк (В) (1 л/га) + ад’ювант Спрєй-Еїд (0,08 л/га); D<sub>3</sub> – ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад’ювант Спрєй-Еїд (0,08 л/га); D<sub>4</sub> – комбїнація варїантів D<sub>2</sub> та D<sub>3</sub>.

На фонї цього встановлена стала динаміка зниження у середньобаторїчному вимїрі коефіцієнту десатурації лінолевої кислоти та коефіцієнту співвідношення полінасичених та мононасичених жирних кислот, а також загального коефіцієнту десатурації. Тобто відбувається статистично помітна оптимізація олії з насіння ріпаку шляхом формування більш стабільної біохїмічної структури, яка може мати краще технологїчне застосування та



загальну біоенергетичну ефективність трансформації у біодизель, що особливо відчутне при порівнянні значень крайніх варіантів загальної схеми дослідів.

Для гібриду Абсолют, визначена подібна динаміка формування згадуваних показників (табл. 5.10) за виключенням частки насичених жирних кислот, яке мало позитивну прирістну динаміку на відміну від спадної у гібриду Домінатор.

Таблиця 5.10

**Показники біоенергетичної якості жирнокислотного складу олії з  
насіння гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від варіантів дослідів  
поставлених на вивчення (2023–2025 рр.), %**

| Основний юлок удобрення<br>(чинник В) | Регулятор росту<br>(чинник С) | Підживлення (чинник D) | Частка насичених жирних<br>кислот, % | Частка мононенасичених<br>жирних кислот, % | Частка поліненасичених<br>жирних кислот, % | Коефіцієнти якості            |                                |                                                   |                                                   |                                                                             |                                                                                             |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       |                               |                        |                                      |                                            |                                            | коефіцієнт подовження<br>(ER) | коефіцієнт<br>десатурації (DR) | коефіцієнт десатурації<br>олеїнової кислоти (ODR) | коефіцієнт десатурації<br>лінолевої кислоти (LDR) | коефіцієнт співвідношення<br>насичених і ненасичених<br>жирних кислот (S/U) | коефіцієнт співвідношення<br>поліненасичених та<br>мононенасичених жирних<br>кислот (PU/MU) |
| Базовий (В <sub>1</sub> )             | *С <sub>1</sub>               | *D <sub>1</sub>        | 6,84                                 | 65,94                                      | 27,22                                      | 0,009                         | 0,293                          | 0,296                                             | 0,326                                             | 0,073                                                                       | 0,413                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>2</sub>         | 6,75                                 | 66,11                                      | 27,14                                      | 0,009                         | 0,292                          | 0,295                                             | 0,325                                             | 0,072                                                                       | 0,411                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>3</sub>         | 6,75                                 | 66,16                                      | 27,09                                      | 0,010                         | 0,292                          | 0,294                                             | 0,324                                             | 0,072                                                                       | 0,409                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>4</sub>         | 6,76                                 | 66,24                                      | 27,00                                      | 0,010                         | 0,290                          | 0,293                                             | 0,323                                             | 0,073                                                                       | 0,408                                                                                       |
|                                       | С <sub>2</sub>                | D <sub>1</sub>         | 6,79                                 | 66,00                                      | 27,21                                      | 0,009                         | 0,293                          | 0,296                                             | 0,325                                             | 0,073                                                                       | 0,412                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>2</sub>         | 6,73                                 | 66,06                                      | 27,21                                      | 0,009                         | 0,293                          | 0,296                                             | 0,324                                             | 0,072                                                                       | 0,412                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>3</sub>         | 6,76                                 | 66,13                                      | 27,11                                      | 0,010                         | 0,291                          | 0,294                                             | 0,324                                             | 0,073                                                                       | 0,410                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>4</sub>         | 6,73                                 | 66,27                                      | 27,00                                      | 0,010                         | 0,290                          | 0,293                                             | 0,321                                             | 0,072                                                                       | 0,407                                                                                       |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> )          | С <sub>1</sub>                | D <sub>1</sub>         | 6,72                                 | 67,77                                      | 25,51                                      | 0,009                         | 0,274                          | 0,277                                             | 0,304                                             | 0,072                                                                       | 0,376                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>2</sub>         | 6,72                                 | 67,89                                      | 25,39                                      | 0,010                         | 0,273                          | 0,276                                             | 0,295                                             | 0,072                                                                       | 0,374                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>3</sub>         | 6,72                                 | 67,96                                      | 25,32                                      | 0,010                         | 0,272                          | 0,274                                             | 0,293                                             | 0,072                                                                       | 0,373                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>4</sub>         | 6,64                                 | 68,05                                      | 25,31                                      | 0,010                         | 0,271                          | 0,274                                             | 0,288                                             | 0,071                                                                       | 0,372                                                                                       |
|                                       | С <sub>2</sub>                | D <sub>1</sub>         | 6,84                                 | 67,83                                      | 25,33                                      | 0,009                         | 0,273                          | 0,275                                             | 0,296                                             | 0,073                                                                       | 0,373                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>2</sub>         | 6,88                                 | 67,93                                      | 25,19                                      | 0,009                         | 0,271                          | 0,274                                             | 0,290                                             | 0,074                                                                       | 0,371                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>3</sub>         | 6,86                                 | 68,05                                      | 25,09                                      | 0,010                         | 0,270                          | 0,272                                             | 0,287                                             | 0,074                                                                       | 0,369                                                                                       |
|                                       |                               | D <sub>4</sub>         | 6,78                                 | 68,25                                      | 24,97                                      | 0,010                         | 0,268                          | 0,271                                             | 0,280                                             | 0,073                                                                       | 0,366                                                                                       |

Примітка. \*С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> – варіанти відповідно без ристрегуляції та з нею. D<sub>1</sub> – Без підживлення; D<sub>2</sub> – ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га); D<sub>3</sub> – ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га); D<sub>4</sub> – комбінація варіантів D<sub>2</sub> та D<sub>3</sub>.

Зроблені узагальнення щодо ролі абіотичних чинників у формуванні структури жирнокислотного складу насіння ріпаку озимого у масиві даних отриманих у межах варіантів дослідів було підтверджено результатами кореляційного аналізу вмісту найбільш важливих жирних кислот (олеїнової (C 18:1), лінолевої (C 18:2) та ліноленової (C 18:3)), які визначають потенційну технологічну якість біопалива (відповідно до [371–372]) (табл. 5.11).

Таблиця 5.11

**Кореляційна матриця впливу гідротермічних та технологічних умов вирощування ріпаку озимого в досліді на вміст ряду основних жирних кислот, що визначають потенційну технологічну якість біопалива (для єдиного масиву даних по гібридах та роках досліджень при  $N=96$ )**

| Показники                                                             | Частка у складі жирних кислот олії з насіння, % |                                  |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
|                                                                       | олеїнової<br>кислоти<br>(C 18:1)                | лінолевої<br>кислоти<br>(C 18:2) | ліноленової<br>кислоти<br>(C 18:3) |
| За період цвітіння-воскова стиглість насіння:                         |                                                 |                                  |                                    |
| Сума опадів, мм                                                       | -0,507*                                         | 0,613**                          | 0,626**                            |
| Середньодобова температура повітря, °C                                | 0,584**                                         | -0,715**                         | -0,715**                           |
| Відносна вологість повітря                                            | -0,439*                                         | 0,521*                           | 0,574**                            |
| ГТК                                                                   | -0,622**                                        | 0,577**                          | 0,509*                             |
| Індекс посушливості ( $I_{\text{п}}$ )                                | -0,535*                                         | 0,716**                          | 0,672**                            |
| Коефіцієнт зволоження ( $K_3$ )                                       | -0,567**                                        | 0,619**                          | 0,563**                            |
| Випаровуваність, мм                                                   | -0,738**                                        | 0,781**                          | 0,531*                             |
| Параметри оптимізації технології вирощування ріпаку озимого у досліді |                                                 |                                  |                                    |
| Олійність насіння, %                                                  | 0,412*                                          | -0,396*                          | -0,417*                            |
| Умовний коефіцієнт оптимізації технології вирощування                 | 0,519*                                          | -0,515*                          | -0,498*                            |

Примітка. \* статистично значимий на рівні  $p<0,05$ ; \*\* статистично значимий на рівні  $p<0,01$ .

Отримані результати дають підстави стверджувати, що вплив абіотичних погодних параметрів на процес синтезу та акумуляції різних жирних кислот у ріпаку озимого може мати статистично істотну направленість, що підтверджує раніше зроблену оцінку щодо взаємодії факторної системи формування частки окремих жирних кислот у розрізі варіантів дослідів (рис. 5.8).

Крім того, до прикладу вміст олеїнової кислоти за показником детермінації ( $d_{xy}$ ) з обернено формуючим ефектом на 25,7% (із 100% частки взаємодії кореляційної матриці) визначатиметься сумою опадів за період цвітіння–воскова стиглість насіння, з прямоформуючим ефектом на 31,4% середньодобовою температурою повітря за той же період.

Такий же характер впливу за напрямком та детермінацією можна зробити за іншими кліматичними чинниками періоду як з позиції частки олеїнової кислоти, так і з позиції частки лінолевої та ліноленової кислот.

Визначено, що між концентрацією жирних кислот і олійністю насіння встановлено кореляційні зв'язки середньої сили. При цьому олеїнова кислота мала динаміку накопичення позитивну із динамікою акумуляції рослинної олії в насінні гібридів ріпаку озимого (при  $d_{xy} = 16,97\%$ ), а для лінолевої та ліноленової така динаміка була оберненою за аналогічного показника детермінації.

У підсумку застосовані технологічні заходи оптимізації вирощування гібридів ріпаку озимого сприяли підвищенню рівня концентрації олеїнової кислоти ( $d_{xy} = 26,9\%$ ) та зниженню рівня частки лінолевої (C 18:2) та ліноленової (C 18:3) кислот – при показнику детермінації 26,5% і 24,8% відповідно.

### **5.3. Формування біоенергетичного якісного еквіваленту за потенційним виходом біопалива з олії ріпаку озимого залежно від комплексного поєднання фонового мінерального живлення, рістрегулюючих речовин та системи мікродобрив**

Встановлено, що оптимізація живлення ріпаку озимого в період відновлення вегетації та активного росту формує позитивний баланс пластичних речовин, що у підсумку сприяє не лише загальній гармонізації ростових процесів, але й гарантує формування рослин з високим репродуктивним зусиллям та дозволяє отримати істотно вищий рівень врожаю [78]. Разом із тим, визначено що оптимальний варіант застосування ретардантів у поєднанні із коректуючим внесенням мікроелементів у різних формах, але за умови не менш як бінарної

кратності у критичні фенофази розвитку рослин ріпаку озимого забезпечує досягнення подвійних цілей ефективності – не лише максимальну реалізацію урожайного потенціалу відповідного генотипу та морфотипу ріпаку озимого, але й досягнення високої якості врожаю [215].

Подібні висновки можна зробити і у випадку оцінки виходу олії у розрізі варіантів досліду в загальній її кількості виходячи з порівняння урожайності насіння та його олійності, а також у відповідному еквіваленті виходу біодизелю за технологічно досяжного рівня виходу з коефіцієнтом на рівні 0,900 (таблиці 5.12 та 5.13).

Оскільки процес закономірно залежить в першу чергу від вже описаної динаміки формування як фактичної урожайності насіння, так і його олійності у розрізі варіантів досліду ми відмітимо лише основні особливості впливу застосованих факторів оптимізації на аналізований показник виходу олії, оскільки для умовного використання одного і того ж значення вказаного коефіцієнту виходу біодизеля для всіх варіантів результати будуть аналогічні за прирістним характером.

При порівнянні варіантів поліпшеного та основного блоку удобрення (варіантів досліду  $B_2$  та  $B_1$ ) відмічено відносний приріст показника у середньому за період досліджень у значенні 662 л/га (53,7%) для гібриду Домінатор та 603 (52,2%) для гібриду Абсолют.

Застосування рістрегуляції було також ефективним як на фоні базового блоку основного удобрення, так і на фоні поліпшеного його варіанту. У першому випадку 374 л/га в гібриду Домінатор та 339 л/га у гібрида Абсолют. У другому випадку 505 л/га та 344 л/га відповідно до наростанням приростів у порівнянні до варіанту без рістрегуляції відповідно до фону у значенні 30,3% та 30,8% відповідно по варіантах основного блоку удобрення в гібрида Домінатор та 29,4% і 21,7% у гібриду Абсолют.

Відмічено позитивний приріст виходу олії від застосування мікродобрив у взаємодії з рістрегуляцією та варіантом основного блоку удобрення.

Таблиця 5.12

**Прогнозований вихід рослинної олії та біодизелю з агроценозів гібриду  
ріпаку озимого Домінатор залежно від варіантів дослідів поставлених на  
вивчення (2023–2025 рр.), л/га**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                      | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                    | 2023 р.  | 2024 р. | 2025 р. | Середня |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|---------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                         | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                     | 1236,3*  | 1337,8  | 769,3   | 1104,3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1112,7** | 1204,0  | 692,4   | 993,9   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га)<br>+ ад'ювант Спрей-Ейд (0,08<br>л/га) (D <sub>2</sub> )             | 1254,5   | 1445,1  | 960,4   | 1212,1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1129,0   | 1300,6  | 864,4   | 1090,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-<br>Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 1335,9   | 1530,1  | 958,8   | 1265,3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1202,3   | 1377,1  | 862,9   | 1138,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39: Карамба<br>Турбо (0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub><br>(D <sub>4</sub> )                            | 1400,9   | 1638,3  | 1041,7  | 1350,7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1260,8   | 1474,5  | 937,5   | 1215,6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                        | 1684,1   | 1672,8  | 977,0   | 1432,4  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1515,7   | 1505,5  | 879,3   | 1289,2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                        | 1838,4   | 1834,6  | 1170,5  | 1603,0  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1654,6   | 1651,1  | 1053,5  | 1442,7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                        | 1760,4   | 1972,6  | 1214,6  | 1640,5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1584,3   | 1775,4  | 1093,1  | 1476,5  |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                        | 1588,7   | 1791,0  | 1108,3  | 1487,0  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1429,8   | 1611,9  | 997,4   | 1338,3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                        | 1753,6   | 1856,1  | 1260,0  | 1616,9  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1578,3   | 1670,5  | 1134,0  | 1455,2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                        | 1796,3   | 1930,2  | 1310,0  | 1670,9  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1616,7   | 1737,2  | 1179,0  | 1503,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                        | 1915,3   | 2094,5  | 1394,7  | 1794,2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1723,8   | 1885,1  | 1255,2  | 1614,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                        | 2079,5   | 2243,0  | 1517,7  | 1937,3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1871,6   | 2018,7  | 1366,0  | 1743,6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                        | 2231,3   | 2456,5  | 1711,7  | 2122,2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 2008,2   | 2210,9  | 1540,5  | 1910,0  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                        | 2284,9   | 2570,2  | 1760,2  | 2196,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 2056,4   | 2313,2  | 1584,2  | 1977,1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                        | 2156,1   | 2800,0  | 2067,1  | 2334,6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1940,5   | 2520,0  | 1860,4  | 2101,1  |

Примітка. \* вихід ріпакової олії, л/га; \*\* потенційний вихід біопалива (біодизель), л/га.

Для застосування одинарного підживлення ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) (варіант D<sub>1</sub>) прирістні значення були залежно від гібрида на фонах без ріст регуляції у значенні 8,5–12,8 % на фоні базового основного блоку удобрення (В<sub>1</sub>) та зростали до 12,5–14,9% на фоні з поліпшеним його варіантом (В<sub>2</sub>).

Відмічено позитивний приріст виходу олії від застосування мікродобрив у взаємодії з рістрегуляцією та варіантом основного блоку удобрення. Для застосування одинарного підживлення ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) (варіант D<sub>1</sub>) прирістні значення були залежно від гібрида на фонах без ріст регуляції у значенні 8,5–12,8 % на фоні базового основного блоку удобрення (В<sub>1</sub>) та зростали до 12,5–14,9% на фоні з поліпшеним його варіантом (В<sub>2</sub>).

Застосування варіанту підживлення ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) (D<sub>3</sub>) з врахуванням більш істотного впливу даного варіанту на показник олійності насіння – забезпечило зростання прирістного показника до значення на рівні 13,6–16,7%.

У варіанті за внесення комбінації означених мікродобрив (варіант D<sub>4</sub>) на фоні знову ж таки позитивної дії рістрегуляції та поліпшення живлення в період активної вегетації весняного феностадійного розвитку гібридів ріпаку озимого приріст залежно від гібриду був у інтервалі від 21,0 до 30,0%.

У підсумку, в середньому за період досліджень максимальний вихід як олії, так і потенційного біопалива на рівні 2335 л/га (2100 л/га біодизеля) у гібриду Домінатор та 2205 л/га (1985 л/га) у гібриду Абсолют було зафіксовано у варіанті застосування поліпшеного блоку основного удобрення у поєднанні з рістрегуляцією та комбінованим застосуванням мікродобрив у фазу стеблуння та фазу бутонізації.

Слід зауважити, що як вже неодноразово наголошувалось, важливим є не лише отримання відповідного обсягу олії, але з врахуванням поставлених завдань досліджень – оцінити її потенціал за використання на біоенергетичні потреби. Зокрема вважається, що жирнокислотний склад насіння олії ріпаку озимого визначає ряд важливих експлуатаційних властивостей майбутнього біодизеля, а саме: холодотекучість, цетанове число, окиснювальну стабільність і в'язкість [372, 373].

Таблиця 5.13

**Прогнозований вихід рослинної олії та біодизелю з агроценозів гібриду  
ріпаку озимого Абсолют залежно від варіантів дослідів поставлених на  
вивчення (2023–2025 рр.), л/га**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор<br>росту<br>(С)                                                                      | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                    | 2023 р. | 2024 р. | 2025 р. | Середня |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                         | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                     | 912,5*  | 1119,6  | 885,0   | 971,2   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 821,3** | 1007,7  | 796,5   | 874,1   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га)<br>+ ад'ювант Спрей-Ейд (0,08<br>л/га) (D <sub>2</sub> )             | 996,3   | 1274,4  | 1067,7  | 1115,3  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 896,6   | 1147,0  | 960,9   | 1003,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-<br>Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 1113,1  | 1438,9  | 1128,6  | 1226,2  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1001,8  | 1295,0  | 1015,8  | 1103,6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН 35–39: Карамба<br>Турбо (0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub><br>(D <sub>4</sub> )                            | 1194,8  | 1518,4  | 1214,6  | 1307,5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1075,3  | 1366,6  | 1093,2  | 1176,7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                        | 1337,8  | 1394,1  | 1055,0  | 1256,1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1204,1  | 1254,7  | 949,5   | 1130,5  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                        | 1612,1  | 1659,0  | 1279,2  | 1513,4  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1450,9  | 1493,1  | 1151,3  | 1362,1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                        | 1804,4  | 1582,5  | 1216,2  | 1526,9  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1623,9  | 1424,2  | 1094,6  | 1374,2  |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                 | D <sub>1</sub>                                                                                        | 1497,7  | 1479,0  | 1207,2  | 1393,1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1347,9  | 1331,1  | 1086,4  | 1253,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                        | 1661,6  | 1686,9  | 1367,5  | 1568,7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1495,4  | 1518,2  | 1230,7  | 1411,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                        | 1783,9  | 1713,8  | 1392,0  | 1625,7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1605,5  | 1542,4  | 1252,8  | 1463,1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                        | 1901,3  | 1898,0  | 1498,3  | 1759,0  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1711,2  | 1708,2  | 1348,5  | 1583,1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                        | 1564,1  | 1995,3  | 1459,9  | 1668,6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1407,7  | 1795,8  | 1313,9  | 1501,8  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>2</sub>                                                                                        | 1704,6  | 2239,8  | 1650,8  | 1860,7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1534,1  | 2015,8  | 1485,7  | 1674,6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>3</sub>                                                                                        | 1859,8  | 2387,9  | 1730,1  | 1986,7  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1673,8  | 2149,1  | 1557,1  | 1788,0  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                | D <sub>4</sub>                                                                                        | 2073,5  | 2631,5  | 1922,5  | 2205,1  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                |                                                                                                       | 1866,2  | 2368,4  | 1730,2  | 1984,6  |

Примітка. \* вихід ріпакової олії, л/га; \*\* потенційний вихід біопалива (біодизель), л/га.

Також встановлено, що пальмітинова (C16:0), стеаринова (C18:0) та арахінова (C20:0) жирні кислоти сприяють у підвищенню цетанового числа, що формує кращий і рівномірніший процес згоряння, а також поліпшує термо- та окиснювальну стабільність (повільніше біохімічне старіння біодизеля) [374]. Разом із тим зростання їх кількості у біопаливній суміші підвищує ризики кристалізації біопалива при низьких температурах [375].

Мононенасичені жирні кислоти (додаток Я) (олеїнова (C18:1), ейкозенова (C20:1), гондоєва (C20:1), еринова (C22:1)) є однією з основних груп жирних кислот, які визначають якість біодизеля, оптимізуючи холодотекучість та окиснювальну стабільність, гарантують високе метанове число та оптимальну в'язкість у межах стандарту EN 14214 [376–379]. В цілому олеїнова кислота – ключовий і бажаний компонент високоякісного біодизеля, а ріпакова олія із високим вмістом олеїнової кислоти бажана для виробництва біопалива [356].

На відміну від мононенасичених жирних кислот поліненасичені жирні кислоти (лінолева (C18:2), ліноленова (C18:3), ейкозадієнова (C20:2) та ін. (Додаток Я)) істотно знижують окиснювальну стабільність біопалива, сприяють утворенню різних смол, пероксидів, нагару, осаду, знижують метанове число та прискорюють старіння самого біопалива, що суттєво укорочує термін його зберігання [378]. Визначено, що за високого вмісту в біопаливі ліноленової (C18:3) жирної кислоти, істотно підвищується ризик оксиполімеризації [379]. З позитивних сторін цієї групи жирних кислот слід відмітити покращення загальної ознаки холодотекучості. Слід також зауважити, що Європейський стандарт EN 14214 обмежує вміст ліноленової (C18:3) кислоти до технологічного рівня  $\leq 12\%$  для запобігання біопаливної нестабільності суміші [308].

За визначеного акумуляційного ефекту впливу поліпшеного блоку основного удобрення у комбінації з рістрегуляцією та подвійного використання мікродобрив у порівнянні з варіантом з мінімальним факторним навантаженням (комбінація B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>) визначено динаміку формування концентрації жирних кислот представлену на рис. 5.9. Враховуючи раніше визначену роль окремих жирних кислот у прогнозованій якості біопалива, результати наших досліджень підтвердили ефективну можливість коректування якісних показників



жирнокислотного складу олії та відповідно біопалива з неї. Зокрема застосування максимального варіанту оптимізації вирощування ріпаку озимого обох гібридів у досліді підвищив у відносному виразі вміст олеїнової кислоти (C 18:0) на 3,30–3,65% залежно від гібриду. Паралельно із цим встановлено також зниження лінолевої (C18:2) та ліноленової (C18:3) кислот відповідно на 2,3–6,4% та 14,7–21,7%. Особливо позитивним є визначене скорочення ліноленової (C18:3) кислот з максимальною редукцією у вказаному співставленні варіантів, що істотно покращує біопаливну стабільність олії [378, 379].

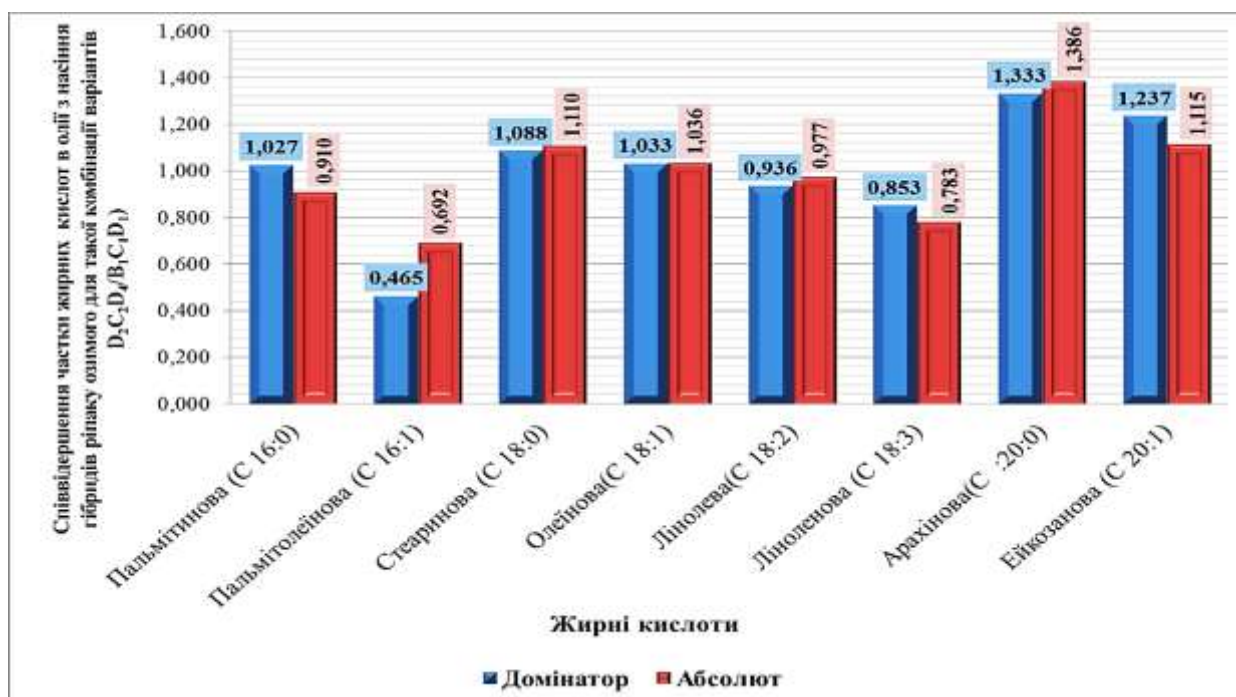


**Рисунок 5.9 – Коефіцієнти співвідношення вмісту жирних кислот в олії з насіння гібридів ріпаку озимого при порівнянні варіантів дослід у комбінації факторів  $B_2C_2D_4$  до  $B_1C_1D_1$ .**

Примітка.  $B_1$  – варіант базового основного блоку удобрення;  $B_2$  – варіант поліпшеного основного блоку удобрення;  $C_1$ ,  $C_2$  – варіанти відповідно без рістрегуляції та з нею.  $D_1$  – Без підживлення;  $D_4$  – комбінація варіантів:  $D_2$  – ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га);  $D_3$  – ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га).

Відмічено також позитивний вплив оптимізації технології вирощування гібридів ріпаку озимого і на вміст пальмітинової (C16:0), стеаринової (C18:0) та арахінової (C20:0) жирних кислот у загальній сукупності по гібридах з усередненим відносним приростом на рівні 13,5–14,8%. Поряд з такою

позитивною динамікою встановлено для того ж варіантного співвідношення у досліді і поліпшення загальної біохімічної структури олії за рахунок комплексного поєднання оптимізованого основного блоку удобрення, застосування рістрегуляції та застосування підживлень (рис. 5.10).

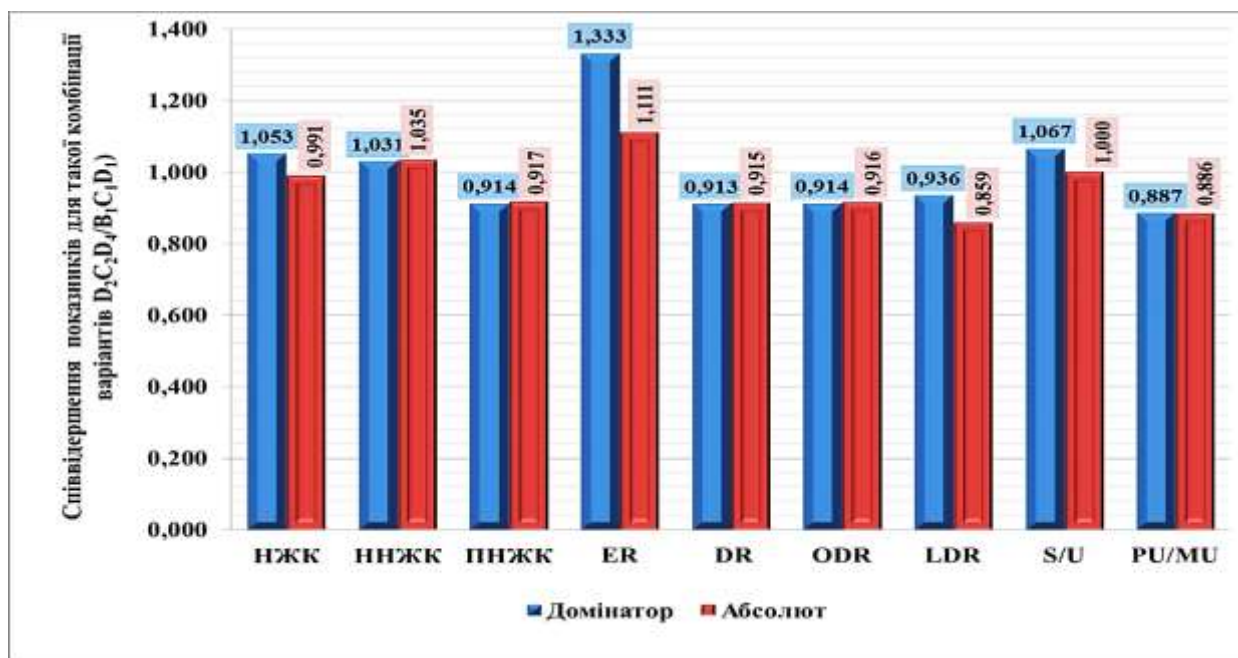


**Рисунок 5.10 – Показники біоенергетичної якості жирнокислотного складу олії з насіння гібриду ріпаку при порівнянні варіантів дослід у комбінації факторів  $B_2C_2D_4$  до  $B_1C_1D_1$ .** Примітка.  $B_1$  – варіант базового основного блоку удобрення;  $B_2$  – варіант поліпшеного основного блоку удобрення;  $C_1$ ,  $C_2$  – варіанти відповідно без рістрегуляції та з нею.  $D_1$  – Без підживлення;  $D_4$  – комбінація варіантів:  $D_2$  – BVCH 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га);  $D_3$  – BVCH 51–53: Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га). НЖК – частка насичених жирних кислот, %; ННЖК – частка мононенасичених жирних кислот, %; ПНЖК – частка поліненасичених жирних кислот, % ER – коефіцієнт подовження; DR – коефіцієнт десатурації; ODR – коефіцієнт десатурації олеїнової кислоти; LDR – коефіцієнт десатурації лінолевої кислоти S/U – коефіцієнт співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот; PU/MU – коефіцієнт співвідношення поліненасичених та мононенасичених жирних кислот.

Зокрема, для обох гібридів відмічено зростання частки мононенасичених жирних кислот на 3,1–3,5% у відносному виразі. Саме дана фракція є найбільш цінною для гарантування якості біопалива отриманого з ріпакової олії [379].

Позитивним є також зниження коефіцієнту співвідношення поліненасичених та мононенасичених жирних кислот (PU/MU) в рівному значенні для обох гібридів на 11,3%, що забезпечує домінування в олії насичених та мононенасичених жирних кислот, що з огляду на ряд оцінок [365,

378] забезпечує загальне підвищення технологічної якості як олії, так і отриманого з неї біопалива (біодизелю).

Результати калькуляції базових показників потенційного біодизелю, отриманого з олії дослідних варіантів відповідно до європейського стандарту EN 14214 [241] відповідно для гібриду Домінатор та гібриду Абсолют представлено відповідно у таблицях 5.14 та 5.15.

Таблиця 5.14

**Прогнозовані показники якості біодизелю отриманого з олії гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від варіантів дослідів поставлених на вивчення (середнє за 2023–2025 рр.)\***

| Основний блок удобрєння (В)                                                                                                                                                                                                                                                                       | Регулятор росту (С)                                                                    | Позакореневе підживлення (D)                                                                  | Щільність, г/см <sup>3</sup> | Кінематична в'язкість, мм <sup>2</sup> /с | Цетанове число | Теплота згоряння, МДж/кг |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|----------------|--------------------------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231 кг/га (131 кг/га під оранку + ВВСН 00: 100 кг/га при посіві) ВВСН 20: карбамід (167 кг/га) (по мерзлоталому ґрунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                               | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                 | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                             | 0,878                        | 4,212                                     | 53,658         | 39,506                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>2</sub> )           | 0,878                        | 4,214                                     | 53,707         | 39,507                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 0,878                        | 4,222                                     | 53,736         | 39,506                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                       | 0,878                        | 4,224                                     | 53,773         | 39,508                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ВВСН 14–16+ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                | 0,878                        | 4,218                                     | 53,692         | 39,505                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>2</sub>                                                                                | 0,878                        | 4,220                                     | 53,698         | 39,505                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>3</sub>                                                                                | 0,878                        | 4,216                                     | 53,733         | 39,508                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>4</sub>                                                                                | 0,878                        | 4,218                                     | 53,769         | 39,509                   |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S (144 кг/га під оранку) + ВВСН 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 20: КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)) (по мерзлоталому ґрунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                         | D <sub>1</sub>                                                                                | 0,878                        | 4,232                                     | 54,123         | 39,621                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>2</sub>                                                                                | 0,877                        | 4,235                                     | 54,195         | 39,624                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>3</sub>                                                                                | 0,877                        | 4,237                                     | 54,217         | 39,625                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>4</sub>                                                                                | 0,877                        | 4,239                                     | 54,263         | 39,626                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | C <sub>2</sub>                                                                         | D <sub>1</sub>                                                                                | 0,877                        | 4,237                                     | 54,222         | 39,625                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>2</sub>                                                                                | 0,877                        | 4,240                                     | 54,298         | 39,627                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>3</sub>                                                                                | 0,877                        | 4,242                                     | 54,339         | 39,629                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                        | D <sub>4</sub>                                                                                | 0,876                        | 4,245                                     | 54,419         | 39,632                   |

Примітка. Розраховано за використання Excel Rapeseed\_Biodiesel\_Full\_FA\_Profile на підставі структури жирнокислотного складу.

Відповідно до вказаного стандарту EN 14214 [308] ідеальні показники для біодизеля з ріпакової олії є наступними: цетанове число 52–55 (оптимум 55), кінематична в'язкість 3,5–5,0 мм<sup>2</sup>/с в ідеальному варіанті 4,5 мм<sup>2</sup>/с, щільність 0,860–0,900 г/см<sup>3</sup> (оптимальна на нижньому порозі в інтервалі 0,865–0,875 г/см<sup>3</sup>), теплота згорання 37–40 МДж/кг і з врахуванням, що цей показник для звичайного дизеля в інтервалі 42–45 МДж/кг – вище його значення в біодизеля є бажаним.

Таблиця 5.15

**Прогнозовані показники якості біодизелю отриманого з олії гібриду  
ріпаку озимого Абсолют залежно від варіантів дослідів поставлених на  
вивчення (середнє за 2023–2025 рр.)\***

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор росту<br>(С)                                                                          | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                    | Щільність,<br>г/см <sup>3</sup> | Кінематична<br>в'язкість,<br>мм <sup>2</sup> /с | Цетанове<br>число | Теплота<br>згорання,<br>МДж/кг |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки<br>(C <sub>1</sub> )                                                       | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                     | 0,879                           | 4,212                                           | 53,658            | 39,506                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га)<br>+ ад'ювант Спрей-Ейд (0,08<br>л/га) (D <sub>2</sub> )             | 0,878                           | 4,220                                           | 53,715            | 39,503                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-<br>18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-<br>Ейд (0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 0,878                           | 4,222                                           | 53,736            | 39,506                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | Комбінація варіантів D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub><br>(D <sub>4</sub> )                            | 0,878                           | 4,224                                           | 53,773            | 39,508                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14-16+ВВСН<br>35-39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                        | 0,878                           | 4,218                                           | 53,692            | 39,505                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>2</sub>                                                                                        | 0,878                           | 4,220                                           | 53,698            | 39,505                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>3</sub>                                                                                        | 0,878                           | 4,221                                           | 53,733            | 39,506                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                        | 0,878                           | 4,224                                           | 53,772            | 39,508                         |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                  | D <sub>1</sub>                                                                                        | 0,877                           | 4,243                                           | 54,204            | 39,623                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>2</sub>                                                                                        | 0,877                           | 4,247                                           | 54,274            | 39,625                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>3</sub>                                                                                        | 0,877                           | 4,249                                           | 54,302            | 39,626                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                        | 0,877                           | 4,251                                           | 54,314            | 39,626                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                  | D <sub>1</sub>                                                                                        | 0,877                           | 4,247                                           | 54,301            | 39,626                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>2</sub>                                                                                        | 0,876                           | 4,251                                           | 54,377            | 39,629                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>3</sub>                                                                                        | 0,876                           | 4,253                                           | 54,412            | 39,630                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                 | D <sub>4</sub>                                                                                        | 0,875                           | 4,257                                           | 54,461            | 39,638                         |

Примітка. Розраховано за використання Excel Rapeseed\_Biodiesel\_Full\_FA\_Profile на підставі структури жирнокислотного складу

Беручи до уваги отриману динаміку показників для обох гібридів, отримана олія із варіантів дослідів прогнозовано відповідає технологічним параметрам класичного типу з майже ідеальним рівнем кінематичної в'язкості. Крім того, слід відмітити сталу і виражену тенденцію до поступового зростання до оптимального рівня тієї ж кінематичної в'язкості, цетанового числа та теплоти згорання. Можливо, може здатися, виходячи із результатів, що цей ріст є мізерним, але він в порівнянні крайніх технологічних варіантів дослідів досить відчутно впливатиме на якість біопалива отриманої з відповідного варіанту дослідів. В цілому у варіанті максимального поєднання чинників оптимізації технології вирощування гібридів ріпаку озимого (комбінація чинників  $B_2C_2D_4$ ) у процесі біоенергетичного перероблення ріпакової олії, отримано найбільш якісний та енергетично цінний біодизель. Приріст даного варіанту у порівнянні з варіантом мінімального факторного навантаження ( $B_1C_1D_1$ ) склав у середньому за цетановим числом 0,761 одиницю у гібриду Домінатор та 0,803 одиниці у гібриду Абсолют, зниження кінематичної в'язкості на 0,033 мм<sup>2</sup>/с та 0,045 мм<sup>2</sup>/с та зростання теплоти згорання на 0,126 і 0,132 Мдж/кг відповідно.

### Висновки до розділу 5

1. Визначено, що максимально продуктивну насіннєву архітектуру обидва гібриди ріпаку озимого формували у варіанті дослідів, який передбачав максимальну комбінацію чинників прогнозованої оптимізації ( $B_2C_2D_4$ ) з приростом до варіанту з мінімальною комбінацією факторів прогнозованої оптимізації ( $B_1C_1D_1$ ) для гібриду Домінатор 23,5% за кількість продуктивних стручків на рослині, 3,5% за кількістю насінин в стручку, 59,0% за виходом насіння з 1 м<sup>2</sup> та 17,0% за масою 1000 насінин. У випадку гібрида Абсолют вказані прирости становили відповідний ряд 20,2%, 7,7%, 62,3% та 14,2%.

2. Встановлено найбільшу фактичну урожайність насіння для обох досліджуваних гібридів ріпаку озимого за максимального поєднання чинників прогнозованої оптимізації ( $B_2C_2D_4$ ) у значенні 4,58 т/га для гібриду Домінатор та 4,37 т/га для гібриду Абсолют. Це й же варіант був максимальним за рівнем олійності насіння 46,17% для гібриду Абсолют та 46,84% для гібриду Домінатор.

3. Доведено, що структура жирних кислот для обох гібридів залежала від досліджуваних чинників – при порівнянні варіантів з рістрегуляцією і двома позакореновими підживленнями на фоні поліпшеного блоку основного удобрення із варіантом мінімальної інтенсифікації варіантів досліду встановлено зростання частки: насичених жирних кислот на 0,37%, мононенасичених жирних кислот на 2,0%, за одночасного зниження частки поліненасичених жирних кислот на 2,4% та коефіцієнтів: десатурації лінолевої кислоти, співвідношення полінасичених та мононасичених жирних кислот, загальної десатурації.

4. Відмічено максимальний вихід як олії, так і потенційного біопалива на рівні 2335 л/га (2100 л/га біодизеля) у гібриду Домінатор та 2205 л/га (1985 л/га) у гібриду Абсолют було зафіксовано у варіанті застосування поліпшеного блоку основного удобрення у поєднанні з рістрегуляцією та комбінованим застосуванням мікродобрив у фазу стеблування та фазу бутонізації.

5. Ідентифіковано поліпшення якості ріпакової олії як потенційної біопаливної сировини у варіанті максимального поєднання чинників оптимізації технології вирощування гібридів ріпаку озимого (на фоні поліпшеного блоку основного удобрення за використання рістрегуляції та двох позакоренових підживлень) з приростом залежно від гібриду цетанового числа на 0,761–0,803 одиниць, зниження кінематичної в'язкості на 0,033 мм<sup>2</sup>/с – 0,045 мм<sup>2</sup>/с та зростання теплоти згорання на 0,126–0,132 Мдж/кг.

### Список використаної літератури до розділу 5

332. Поляков О.І., Вахненко С.В., Нікітенко О.В. Особливості росту, розвитку й формування врожайності ріпаку озимого сорту Стілуца в залежності від системи удобрення. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. №23. С. 143–148.

333. Стельмах О.М., Кифорук І.М., Григорів Я.Я., Туць Л.І. Урожайність ріпаку озимого залежно від рівня удобрення та захисту від бур'янів. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 127. С. 159–165. DOI 10.32851/2226-0099.2022.127.20

334. Matsera O. O. Comparative evaluation of quality properties of winter rapeseed depending on the level of fertilizers and sowing date. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. 16. С. 108–118. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1
335. Кононенко Л. М. Панфілова А. В. Манзій О. П. Вміст хімічних складових та продуктивність ріпаку озимого залежно від сортових особливостей у Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. Вип. 100. Част. 1. С. 231–241. DOI: 10.31395/2415-8240-2022-100-1-231-241
336. Забарний О. С. Вплив норм висіву на формування продуктивності агроценозів ріпаку озимого (*Brassica napus* L. *Oleifera*). *Агроекологічний журнал*. 2023. № 3. С. 128–135. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2023.287771
337. Sieling K., Kage H. Efficient N management using winter oilseed rape. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2010. Vol. 271–279. DOI: 10.1051/agro/2009036
338. Ahmadi S. A. K., Eyni-Nargeseh H. Foliar application of growth regulators mitigates harmful effects of drought stress and improves seed yield and oil quality of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Gesunde Pflanzen*. 2023. Vol. 75. №6. P. 2449–2462. DOI: 10.1007/s10343-023-00907-3
339. Shoja T., Majidian M., Rabiee M. Effects of zinc, boron and sulfur on grain yield, activity of some antioxidant enzymes and fatty acid composition of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Acta agriculturae Slovenica*. 2018. Vol. 111. №1. P. 73–84. DOI: 10.14720/aas.2018.111.1.08
340. Бойко Н. В., Гусев М. Г., Коковіхін С. В. Продуктивність ріпаку озимого залежно від системи мінерального живлення та сортового складу в умовах зрошення південного Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 52. С. 160–166.
341. Tsytsiura Y.H. Matrix quality variability of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) and features of its formation in technologically

different construction of its agrophytocenosis. *Agronomy Research*. 2021. 19(1). P. 300–326 DOI: 10.15159/ar.21.003

342. Хмелянчишин Ю.В. Статистичні параметри мінливості врожайності, як критерії об'єктивної оцінки експерименту (досліджено на ріпаку ярому). *Збірник наукових праць Уманської державного аграрного університету*. 2005. Вип. 61. С. 298–300.

343. Випробування найновіших гібридів ріпаку в Україні. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1477-cropstage-2023-viprobuвання-naynovishih-gibridiv-ripaku-v-ukrayini> (дата звернення 25.10.2025 р.)

344. Ghanbari-Malidarreh A. Effects of nitrogen rates and splitting on oil content and seed yield of canola (*Brassica napus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*. 2010. Vol. 8. №2. P. 161–166.

345. Cong R., Wang Y., Li X., Ren T., Lu J. Differential responses of seed yield and yield components to nutrient deficiency between direct sown and transplanted winter oilseed rape. *International Journal of Plant Production*. 2019. Vol. 14. №1. P. 77–92. DOI: 10.1007/s42106-019-00069-1

346. Asare E., Scarisbrick D.H. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research*. 1995. Vol. 44. №1. P. 41–46. DOI: 10.1016/0378-4290(95)00051-7

347. Baghdadi A., Halim R.A., Shahriari A. Canola production under nitrogen fertilizer at different stages of plant growth in a crop rotation system. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2014. Vol. 12. №2. P. 292–295.

348. Hosseini P., Mohsenifar K., Rajaie M. Plant growth regulators affecting canola (*Brassica napus* L.) biochemistry including oil yield under drought stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 2023. Vol. 29. P. 1663–1674. DOI: 10.1007/s12298-023-01399-1

349. Glovyn N. Study of factors affecting the yield of rapeseed hybrid in the «Viktoriia-92» farm, Ternopil district. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2025. Vol. 4. №3. P. 114–124. DOI: 10.46299/j.isjea.20250403.10

350. Yurchuk S. Yield and quality of winter rape seeds depending on the method of sowing and sowing norms in the conditions of the right bank. *Feeds and*



*Feed Production*. 2020. Vol. 89. P. 102–111. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-10

351. Nikonchuk N., Samoilenko M. Productivity of winter rape depends on the morphostructure of plants in the conditions of the Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2025. Vol. 29. №2. P. 50–61. DOI: 10.56407/bs.agrarian/2.2025.50

352. Rajkovi'c D., Marjanovi'c Jeromela A., Pezo L., Lon'car B., Zanetti F., Monti A., Kondi'c Špika A. Yield and Quality Prediction of Winter Rapeseed—Artificial Neural Network and Random Forest Models. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. 58. DOI: 10.3390/agronomy12010058

353. Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Амонс С.Е. Ефективність зростаючих норм азотного живлення у реалізації продуктивності ріпаку озимого. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. 143. Ч. 2. С. 189–201. DOI: 10.32782/2226-0099.2025.143.2.21

354. Omid H., Tahmasebi Z., Badi H.A.N., Torabi H., Miransari M. Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.) as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. *Comptes Rendus Biologies*. 2010. Vol. 33. P. 248–254. DOI: 10.1016/j.crv.2009.10.001

355. Liersch A., Bocianowski J., Bartkowiak-Broda I. Fatty acid and glucosinolate level in seeds of different types of winter oilseed rape cultivars (*Brassica napus* L.). *Communications in Biometry and Crop Science*. 2013. Vol. 8. P. 39–47.

356. Kumar P.R., Tsunoda S. Variation in oil content and fatty acid composition among seeds from the Cruciferae. In: Tsunoda S, Hinata K, Gómez-Campo C (Eds). *Brassica Crops and Wild Allies*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 1980. P. 235–252.

357. Рудник-Іващенко О. І., Шовгун О. О., Іваницька А. П., Щербиніна Н. П., Ляшенко С. О., Чухлеб С. Л., Бадяка О. О. Біохімічні властивості нових сортів ріпаку. *Сортовивчення та сортознавство*. 2014. № 4. С. 29–33.

358. Spychaj-Fabisiak E., Murawska B., Pacholczyk L. Values of quality traits of oilseed rape seeds depending on the fertilisation and plant density. *Journal of Elementology*. 2011. Vol. 16. P. 115–124.
359. Brennan R. F., Mason M. G., Walton G. H. Effect of nitrogen fertilizer on the concentrations of oil and protein in canola (*Brassica napus*) seed. *Journal of Plant Nutrition*. 2000. Vol. 23. №3. P. 339–348. DOI: 10.1080/01904160009382020
360. Shilan H. S., Hama S. J. Effect of NPK and organic fertilizers on yield and seed oil content of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iraqi journal of agricultural sciences*. 2022. Vol. 53. №4. P. 878–889. DOI: 10.36103/ijas.v53i4.1600
361. Spasibionek S., Wielebski F., Liersch A., Walkowiak M. The Influence of Nitrogen and Sulfur Fertilization on Oil Quality and Seed Meal in Different Genotypes of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture*. 2024. Vol. 14. №8. 1232. DOI: 10.3390/agriculture14081232
362. Shirani Rad A.H., Ganj-Abadi F., Jalili E.O., Eyni-Nargeseh H., Safavi Fard N. Zn foliar spray as a management strategy boosts oil qualitative and quantitative traits of spring rapeseed genotypes at winter sowing dates. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2021. Vol. 21. №2. P. 1610–1620. DOI: 10.1007/s42729-021-00465-5
363. Carré, P., Citeau, M., Robin, G., Estorges M. Hull content and chemical composition of whole seeds, hulls and germs in cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.)'. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2016. Vol. 23. № 3. A302. DOI: 10.1051/ocl/2016013
364. Kozłowska-Strawska J. Fat Content and Fatty Acid Composition in Oilseed Rape Grown in the Lubelski Region under Different Levels of Soil Sulphur Fertility. *Ecological Chemistry and Engineering. A*. 2012. Vol. 19. P. 191–201. DOI: 10.2428/ecea.2012.19(03)020
365. Guan M., Huang X., Xiao Z., Jia L., Wang S., Zhu M., Qiao C., Wei L., Xu X., Liang Y., Wang R., Lu K., Li J., Qu C. Association Mapping Analysis of Fatty Acid Content in Different Ecotypic Rapeseed Using mrMLM. *Frontiers in Plant Science*. 2019. № 9. 1872. DOI: 10.3389/fpls.2018.01872

366. Gacek K., Bayer P.E., Bartkowiak-Broda I., Szala L., Bocianowski J., Edwards D., Batley J. Genome-Wide Association Study of Genetic Control of Seed Fatty Acid Biosynthesis in *Brassica napus*. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 7. 2062. DOI: 10.3389/fpls.2016.02062
367. Zhou W. Application and development prospects of rapeseed oil in biodiesel production. *Journal of Energy Bioscience*. 2024. Vol. 15. №2. P. 74–86. DOI: 10.5376/jeb.2024.15.0008
368. Karydogianni S., Roussis I., Kakabouki I., Mavroeidis A., Stavropoulos P., Efthimiadou A., Katsenios N., Giannoglou M., Katsaros G., Beslemes D., Triantafyllidis V., Bilalis D. Seed oil content, oil yield and fatty acids composition of black mustard [*Brassica nigra* (L.) Koch] in response to fertilization and plant density. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2023. Vol. 51. № 1. 13061. DOI: 10.15835/nbha51113061
369. Karydogianni S., Roussis I., Mavroeidis A., Kakabouki I., Tigka E., Beslemes D., Stavropoulos P., Katsenios N., Tsiplakou E., Bilalis D. The influence of fertilization and plant density on the dry matter yield and quality of black mustard [*Brassica nigra* (L.) Koch]: An alternative forage crop. *Plants*. 2022. Vol. 11. 2683. DOI: 10.3390/plants11202683
370. Varényiová M., Ducsay L. Effect of increasing spring doses of nitrogen on yield and oil content in seeds of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2016. Vol. 19. P. 29–34. DOI: 10.15414/afz.2016.19.02.29-34
371. Tanner A., Baranek M., Eastlack T., Butts B., Beazley M., Hampton M. Biodiesel Production Directly from Rapeseeds. *Water* 2023. Vol. 15. 2595. DOI: 10.3390/w1514259
372. Karmakar B., Halder G. Progress and future of biodiesel synthesis: Advancements in oil extraction and conversion technologies. *Energy Conversion and Management*. 2019. Vol. 182. P. 307–339. DOI: 10.1016/j.enconman.2018.12.066
373. Rezki B, Essamlali Y, Aadil M, Semlal N, Zahouily M. Biodiesel production from rapeseed oil and low free fatty acid waste cooking oil using a cesium

modified natural phosphate catalyst. *RSC Adv.* 2020. Vol. 10. № 67. P. 41065–41077. DOI: 10.1039/d0ra07711a

374. Hasannia S., Kazemeini M., Seif A. Optimizing parameters for enhanced rapeseed biodiesel production: A study on acidic and basic carbon-based catalysts through experimental and DFT evaluations. *Energy Conversion and Management*. 2024. Vol. 303. 118201. DOI: 10.1016/j.enconman.2024.118201

375. Nath U.K., Kim H.T., Khatun K., Park J.I., Kang K.K., Nou I.S. Modification of Fatty Acid Profiles of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Oil for Using as Food, Industrial Feed-Stock and Biodiesel. *Plant Breeding and Biotechnology*. 2016. Vol. 4. P. 123–134. DOI: 10.9787/PBB.2016.4.2.123

376. Atabani A. E., Silitonga A. S., Badruddin I. A., Mahlia T. M. I., Masjuki H. H., Mekhilef S. A Comprehensive Review on Biodiesel as an Alternative Energy Resource and Its Characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012. Vol. 16. 2070-93. DOI: 10.1016/j.rser.2012.01.003

377. Mahmudul H.M., Hagos F.Y., Mamat R., Adam A.A., Ishak W.F.W., Alenezi R. Production, characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 72. P. 497–509. DOI: 10.1016/j.rser.2017.01.001

378. Забарний Г.М., Кудря С.О., Кондратюк Т.Г., Четверик Г.О. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України. Інститут відновлювальної енергетики НАНУ. Київ. 2006. 226 с.

379. Блюм Я.Б., Гелетуха Г.Г., Григорюк І.П. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива: Монографія. К.: «Аграр Медіа Груп», 2010. 292 с.

### **Список публікацій аспіранта за даним розділом**

1. Цицюра Я.Г., Томчук О.М. Вміст олії у насінні ріпаку озимого залежно від застосованих мікроелементів у позакореневі підживлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 5–17. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-1.

2. Томчук О.М. Формування якості насіння ріпаку озимого залежно від комплексних варіантів його удобрення. *Аграрні інновації*. 2025. № 30. С. 151–161. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.30.22

3. Томчук О.М. Формування насіннєвої продуктивності гібридів ріпаку озимого залежно від комплексності системи їх удобрення та рістрегуляції в умовах Лісостепу правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2025. Вип. . С.

4. Томчук О.М. Вплив варіантів удобрення на формування якісних показників насіння ріпаку озимого. «Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих учених» II Всеукраїнська науково-практична конференція. Полтавський державний аграрний університет. Полтава. 2024. С. 75–77. URL: [https://drive.google.com/file/d/1ky1nD10PZ9Lf1IT8Da6-X8mjT\\_dBJX6m/view](https://drive.google.com/file/d/1ky1nD10PZ9Lf1IT8Da6-X8mjT_dBJX6m/view)

5. Томчук О.М. Поліпшення вмісту олії у насінні ріпаку озимого за рахунок оптимізації мікроелементного живлення. *Topical aspects of modern scientific research. Proceedings of the 3rd International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan*. 2023. Р. 26–32. URL: <https://sci-conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-topical-aspects-of-modern-scientific-research-23-25-11-2023-tokio-yaponiya-arhiv/> (дата звернення 14.01.2026)

## **РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО НА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТРЕБИ ТА ОЦІНКА ЗАСТОСОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ**

### **6.1. Економічна ефективність та конкурентоспроможність технологічних варіантів оптимізації живлення та ростових процесів ріпаку озимого за цільового спрямування отримання біопалив**

З економічної точки зору, озимий ріпак є високорентабельною культурою, оскільки має як багатовекторність у використанні, так і важливість у різних переробних галузях та особливо в перспективній біоенергетиці [380–383]. Незважаючи на високу адаптивність сучасних високоінтенсивних гібридів ріпаку озимого їх урожайність визначається істотним впливом погодних умов [384]. З цих позицій економічна складова вирощування цієї культури, не дивлячись на певну деструкцію урожайності на 25–50% від досяжного потенціалу – є позитивною у формуванні ціни за дефіциту пропозиції [385–389].

Потрібно зауважити, що прибутковість озимого ріпаку у 2025 році в Україні мала досить складний характер формування. Незважаючи на досить складні умови весни 2025 року вегетації культури на Вінниччині цілий ряд підприємств отримали урожайність ріпаку озимого на рівні 4,0–4,4 т/га. Відмічається [390], що при урожайності понад 4,5 т/га рентабельність вирощування культури може бути на рівні 200–300%. Проте суттєвим обмежувачем рівня рентабельності вирощування ріпаку озимого в умовах 2025 року були логістичні труднощі, встановлені квоти Європейського Союзу, що зумовили інтенсивне коливання цін на регіональному ріпаковому ринку України та обмеження ціни закупівлі іноді до рівня 350–400 \$/т. Така проблематика виробництва насіння ріпаку олійного вимагає чіткої агротехнологічної математики, особливо що стосується аспектів оцінки технологій оптимізації живлення [388].

Результати економічної оцінки варіантів досліду засвідчили істотну різницю їх економічної ефективності та доцільності. Враховуючи, що згідно з практикою оцінки при вивченні кількох генотипів економічну складову детермінують по найменш врожайному [387], результати калькуляції показників профітності було проведено для гібриду Абсолют.

Слід відмітити, що при калькуляції показників було застосовано рівень максимальних цін, актуальних на застосовані у досліді агрохімікати, як сумувались разом із реальними цифрами виробничих витрат на проведення всіх механізованих і ручних робіт, витрати пов'язані із системою захисту від бур'янів та шкідників (повна система захисту у досліді представлена у підрозділі 2.2 роботи), а також витрати пов'язані безпосередньо з приготуванням та внесенням відповідних добрив та агрохімікатів. Також потрібно зауважити, що умови 2025 року були складними в силу вже описаних процесів стресового зимового періоду з інтенсивними коливаннями середньодобових температур та аномально прохолодним періодом весняної вегетації культури. Внаслідок цього, загальні витрати по досліді зросли в середньому на 7–9 тис. грн./га до рівня 30–35 тис. грн./га на варіантах з найбільш інтенсивним агротехнологічним поєднанням факторів досліді. Аналогічний характер ситуації за вирощування ріпаку озимого було відмічено для більшості ріпакосіючих регіонів України [389].

Представлені результати (табл. 6.1) підтвердили визначену у попередніх розділах агротехнологічну доцільність застосування відповідних варіантів за вирощування високоінтенсивних гібридів ріпаку озимого. При цьому встановлено позитивну динаміку зростання рентабельності вирощування насіння ріпаку озимого за зміни його собівартості. Аналіз отриманих показників засвідчив підвищення головних показників економічної ефективності по блоку факторів зміни основного удобрення з базового (варіант  $B_1$ ) на поліпшений ( $B_2$ ).

Усереднено по інших факторах досліді порівняння поліпшеного блоку основного удобрення до базового забезпечило, для умов 2025 року приріст прибутковості 1 га на 17,5 тис. грн., а рівня рентабельності на 41,3%.

Таблиця 6.1

**Показники економічної ефективності вирощування ріпаку озимого  
гібриду Абсолют залежно від факторів поставлених на вивчення  
(для рівнів урожайності та цінових пропозицій грудня 2025 року)**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Регулятор росту<br>(С)                                                                        | Позакорене<br>підживлення<br>(D)                                                                      | Урожайність, т/га | Вартість продукції з<br>1 га, тис. грн | Витрати на, 1 га,<br>тис. грн | Собівартість 1 т<br>насіяння, тис. грн | Прибуток, тис.<br>грн/га | Рівень<br>рентабельності, % |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20:карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                        | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                     | 2,02              | 44,44                                  | 25,7                          | 12,72                                  | 18,74                    | 72,9                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | ВВСН 31–34: Розалік<br>(В) (1 л/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га)<br>(D <sub>2</sub> )          | 2,37              | 52,14                                  | 26,9                          | 11,35                                  | 25,24                    | 93,8                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | ВВСН 51–53: Розасоль<br>18-18-18+МЕ (3 кг/га)+<br>ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 2,47              | 54,34                                  | 27,2                          | 11,01                                  | 27,14                    | 99,8                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | Комбінація варіантів<br>D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                            | 2,62              | 57,64                                  | 27,8                          | 10,61                                  | 29,84                    | 107,3                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ВВСН 14–16+ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га)+Букаг<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                        | 2,40              | 52,80                                  | 29,7                          | 12,38                                  | 23,1                     | 77,8                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>2</sub>                                                                                        | 2,83              | 62,26                                  | 30,9                          | 10,92                                  | 31,36                    | 101,5                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>3</sub>                                                                                        | 2,67              | 58,74                                  | 31,2                          | 11,69                                  | 27,54                    | 88,3                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>4</sub>                                                                                        | 2,92              | 64,24                                  | 31,8                          | 10,89                                  | 32,44                    | 102,0                       |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН<br>20:КАС-32 (189 л/га)<br>+ Тіосульфат<br>амонію (22 л/га))<br>(по мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                        | 2,76              | 60,72                                  | 28,2                          | 10,22                                  | 32,52                    | 115,3                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>2</sub>                                                                                        | 3,06              | 67,32                                  | 29,5                          | 9,64                                   | 37,82                    | 128,2                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>3</sub>                                                                                        | 3,09              | 67,98                                  | 29,8                          | 9,64                                   | 38,18                    | 128,1                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>4</sub>                                                                                        | 3,29              | 72,38                                  | 30,5                          | 9,27                                   | 41,88                    | 137,3                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | C <sub>2</sub>                                                                                | D <sub>1</sub>                                                                                        | 3,30              | 72,60                                  | 32,5                          | 9,85                                   | 40,1                     | 123,4                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>2</sub>                                                                                        | 3,63              | 79,86                                  | 33,7                          | 9,28                                   | 46,16                    | 137,0                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>3</sub>                                                                                        | 3,77              | 82,94                                  | 33,6                          | 8,91                                   | 49,34                    | 146,8                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                               | D <sub>4</sub>                                                                                        | 4,14              | 91,08                                  | 34,8                          | 8,41                                   | 56,28                    | 161,7                       |

*Примітка. Вартість добрив на дату калькуляції: Діамофоска 26,5 тис. грн/т, Діамофоска +1S 27,9 тис. грн./т, карбамід 29,6 тис. грн./т., КАС 32 21,5 тис. грн./т, Росаферт 15-15-15 24,5 тис. грн./т, Тіосульфат амонію 23,5 тис. грн./т, мікродобриво Розалік (В) – 150 грн./л, мікродобриво Розасоль 18-18-18+МЕ – 170 грн./кг, Ад'ювант Спрей-Ейд 260 грн./100 мл., Карамба Турбо 2,0 тис. грн./л, Букаг 600 грн./л.*



Позитивним було і застосування ріст регуляції за дворазового осіннього та літнього застосування комбінації Карамба Турбо + Букат (варіант С<sub>2</sub>) з приростом аналогічних економічних показників у значенні 6,9 тис. грн./га та 6,0% відповідно.

Відмічено приріст як прибутковості одиниці посіву, так і рентабельності за використання мікродобрів. Так, при порвнянні до вихідного варіанту без застосування мікродобрів (D<sub>1</sub>) визначено акумулюючий тип прирістної динаміки в ряду факторів досліді D<sub>2</sub>–D<sub>3</sub>–D<sub>4</sub> для величини прибутку з 1 га 6,5 тис. грн./га, 6,9 тис. грн./га та 11,5 тис. грн./га відповідно. Аналогічний ряд для показника рентабельності був таким 17,8%, 18,4% та 29,7% відповідно. Таким чином, з економічної точки зору варіант з одноразовим використанням мікродобрива Розасоль 18-18-18+ME (ВВСН 51–53, 3 кг/га, з ад'ювантом) є більш економічно доцільним, ніж варіант застосування Розалік (В) (ВВСН 31–34, 1 л/га, з ад'ювантом). З позиції формування максимального прибутку слід визначити варіант, який поєднує застосування максимального поєднання факторів оптимізації живлення з ріст регуляцією за поєднання факторів досліді В<sub>2</sub>С<sub>2</sub>Д<sub>4</sub> за рівня рентабельності 161,7%, що на 88,8% є вищим, ніж у варіанті за мінімального поєднання факторів оптимізації живлення у досліді (В<sub>1</sub>С<sub>1</sub>Д<sub>1</sub>).

Таким чином, доведено економічну доцільність за вирощування ріпаку озимого застосування варіанту із комплексним поєднанням поліпшеного блоку основного удобрення, комбінованої подвійної ріст регуляції та застосування комбінованого дворазового застосування комплексних мікродобрів.

Виходячи з твердження, що оцінка економічної складової досліджуваних варіантів технології має базуватись на системній оцінці грошової та біоенергетичної частин, нами додатково до економічного аналізу було застосовано і дослідження варіантів досліді на конкурентоспроможність. Для цього було застосовано відповідно до стандартної методики [245] три основних показники: коефіцієнт комплексної оцінки  $K_{н-б}$  з<sub>д</sub>, коефіцієнт енергетичної оцінки ( $K_{ен-б}$ ) та коефіцієнт інтегральної оцінки (J, є відношенням виробленої продукції до 1 грн затрат) (табл. 6.2, рис. 7.1).

Таблиця 6.2

**Оцінка технологічних варіантів вирощування гібриду ріпаку озимого  
Абсолют на конкурентоспроможність залежно від досліджуваних факторів  
(у масиві даних за 2025 рік)**

| Основний блок удобрення<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Регулятор росту<br>(С)                                                                            | Позакореневе підживлення<br>(D)                                                                        | Коефіцієнт енергетичної<br>ефективності технології<br>(K <sub>ет</sub> ) | Коефіцієнт енергетичної<br>оцінки (K <sub>е<sup>н-б</sup></sub> ) | Коефіцієнт інтегральної<br>оцінки (I) | Коефіцієнт комплексної<br>оцінки на<br>конкурентоспроможність<br>(K <sub>н-б зл</sub> ) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                            | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                      | 1,47                                                                     | 0,82                                                              | 0,92                                  | 0,87                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 31–34: Розалік<br>(В) (1 л/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га)<br>(D <sub>2</sub> )           | 1,69                                                                     | 0,95                                                              | 1,03                                  | 0,99                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | ВВСН 51–53: Розасоль<br>18-18-18+МЕ (3 кг/га) +<br>ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 1,76                                                                     | 0,98                                                              | 1,06                                  | 1,02                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | Комбінація варіантів<br>D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                             | 1,81                                                                     | 1,01                                                              | 1,10                                  | 1,06                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14–16 + ВВСН<br>35–39: Карамба Турбо<br>(0,65 л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                         | 1,62                                                                     | 0,91                                                              | 0,94                                  | 0,93                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                         | 1,90                                                                     | 1,07                                                              | 1,07                                  | 1,07                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | **D <sub>3</sub>                                                                                       | 1,78                                                                     | 1,00                                                              | 1,00                                  | 1,00                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                         | 1,91                                                                     | 1,07                                                              | 1,07                                  | 1,07                                                                                    |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росаферт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                         | 1,93                                                                     | 1,08                                                              | 1,14                                  | 1,11                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                         | 2,10                                                                     | 1,18                                                              | 1,21                                  | 1,20                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                         | 2,12                                                                     | 1,19                                                              | 1,21                                  | 1,20                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                         | 2,18                                                                     | 1,22                                                              | 1,26                                  | 1,24                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                    | D <sub>1</sub>                                                                                         | 2,13                                                                     | 1,20                                                              | 1,19                                  | 1,19                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>2</sub>                                                                                         | 2,31                                                                     | 1,30                                                              | 1,26                                  | 1,28                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>3</sub>                                                                                         | 2,39                                                                     | 1,34                                                              | 1,31                                  | 1,33                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                   | D <sub>4</sub>                                                                                         | 2,56                                                                     | 1,43                                                              | 1,39                                  | 1,41                                                                                    |

*\*\*Варіант технології ідентифікований як базовий за частотою застосованих прийомів у зоні досліджень (відповідно до [68])*

На підставі отриманих даних, істотна частка досліджуваних варіантів оптимізації живлення ріпаку озимого належить до інтенсивного спрямування. На підставі отриманих даних, істотна частка досліджуваних варіантів оптимізації живлення ріпаку озимого належить до інтенсивного спрямування.

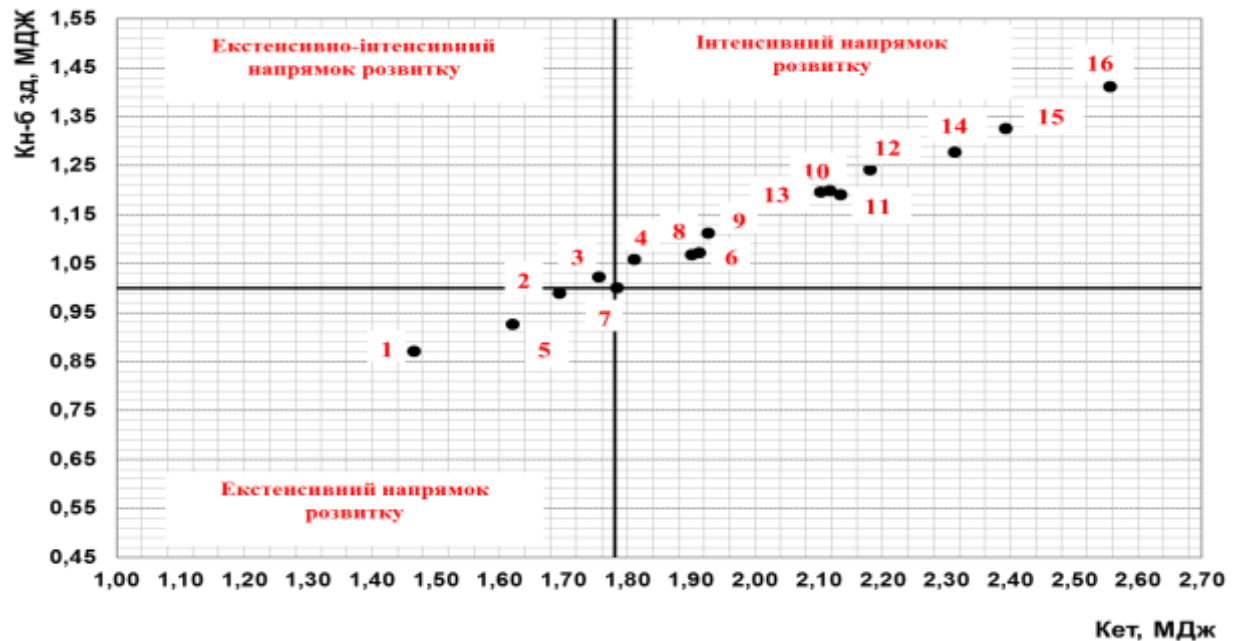


**Рисунок 6.1 – Графік напрямку розвитку моделей вирощування гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від досліджуваних варіантів оптимізації живлення та ріст регуляції (у масиві даних за 2025 рік)**

*Примітка.*  $B_1$  – варіант базового основного блоку удобрення;  $B_2$  – варіант поліпшеного основного блоку удобрення;  $C_1$ ,  $C_2$  – варіанти відповідно без рістрегуляції та з нею.  $D_1$  – Без підживлення;  $D_4$  – комбінація варіантів:  $D_2$  – BVCH 31–34: Розалік (B) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га);  $D_3$  – BVCH 51–53: Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га). Зміст варіантів у індикації точок графіка: 1 –  $B_1C_1D_1$ ; 2 –  $B_1C_1D_2$ ; 3 –  $B_1C_1D_3$ ; 4 –  $B_1C_1D_4$ ; 5 –  $B_1C_2D_1$ ; 6 –  $B_1C_2D_2$ ; 7 –  $B_1C_2D_3$ ; 8 –  $B_1C_2D_4$ ; 9 –  $B_2C_1D_1$ ; 10 –  $B_2C_1D_2$ ; 11 –  $B_2C_1D_3$ ; 12 –  $B_2C_1D_4$ ; 13 –  $B_2C_2D_1$ ; 14 –  $B_2C_2D_2$ ; 15 –  $B_2C_2D_3$ ; 16 –  $B_2C_2D_4$ .

На підставі отриманих даних, істотна частка досліджуваних варіантів оптимізації живлення ріпаку озимого належить до інтенсивного спрямування. За базовий варіант із застосуванням базового блоку основного удобрення із рістрегуляцією та застосуванням мікродобрива у фазу бутонізації (комбінаторика варіантів  $B_1C_2D_3$ , точка 7 на графіку). У екстенсивну групу технологій досліду було віднесено варіанти з комбінацією факторів  $B_1C_1D_1$ ,  $B_1C_1D_2$  та  $B_1C_2D_1$  до екстенсивно-інтенсивного типу варіант з комбінацією факторів  $B_1C_1D_3$ . Всі інші – до варіантів інтенсивного напрямку формування.

За визначених позицій варіантів, максимальну ординатну висоту, а отже і максимальну конкурентоспроможність з величиною коефіцієнту комплексної оцінки на конкурентоспроможність ( $K_{н-б\text{ зд}}$ ) на рівні 1,41 було визначено для варіанту з повним комплексом застосування факторів оптимізації живлення ріпаку озимого з комбінацією факторів дослідів  $B_2C_2D_4$ .

## **6.2. Енергетична оцінка застосованих варіантів оптимізації живлення та ростових процесів ріпаку озимого у моделях його біопаливного використання**

Незважаючи на важливу складову системи розробки та оптимізації технологій вирощування культур, яка ґрунтується на показниках економічної ефективності – енергетична оцінка досліджуваних варіантів є вагомим додатком до можливості ідентифікації виробничої доцільності застосування кращих виділених варіантів [392].

Наголошується, що система енергетичного аналізу дозволяє оцінити енергомісткість рекомендованих технологій, яка з врахуванням сьогоденних виражених тенденцій до енергетичної кризи вимагає рахувати не лише грошові еквіваленти витрат та прибутку, але й енергетичні еквіваленти такого процесу з огляду на інтенсивне прогнозоване зростання енергоресурсів в Україні [393].

Відмічається, що в плані біоенергетичної оцінки ріпак озимий за рахунок високого вмісту олії в насінні та високого біоенергетичного потенціалу належить до культур біоенергетичних з високим потенціалом виходу енергії із сформованим урожаєм [394–397]. Визнано, що у більшості країн оцінка будь-якої технології проходить ідентифікацію як за економічною, так і за біоенергетичною складовою і часто застосовуються інтегральні підходи, які дають можливість адекватно оцінити потенціал виділеного кращого варіанту [398].

Враховуючи вище наведені аргументи, нами було також застосовано енергетичну оцінку варіантів дослідів із застосуванням класичних схем такої оцінки [244] з врахуванням ряду рекомендацій, які стосуються суто ріпаку озимого [394–396]. Результати такої оцінки представлено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3

**Енергетична оцінка технологічних варіантів вирощування гібриду  
ріпаку озимого Абсолют залежно від досліджуваних факторів  
(у масиві даних за 2025 рік)**

| Основний блок<br>удобрєння<br>(В)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Регулятор росту<br>©                                                                             | Позакореневе<br>підживлення<br>(D)                                                                     | Вміст<br>енергії в<br>урожаї,<br>ГДж/га | Витрати<br>енергії на<br>1 га,<br>ГДж/га | Коефіцієнт<br>енергетичної<br>ефективності,<br>K <sub>ee</sub> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Базовий (В <sub>1</sub> ):<br>(Діамофоска 231<br>кг/га (131 кг/га під<br>оранку + ВВСН 00:<br>100 кг/га при посіві)<br>ВВСН 20: карбамід<br>(167 кг/га) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br><br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>                                                                    | Контроль без обробки (C <sub>1</sub> )                                                           | Без підживлення (D <sub>1</sub> )                                                                      | 58,58                                   | 39,95                                    | 1,47                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | ВВСН 31–34: Розалік<br>(В) (1 л/га) + ад'ювант<br>Спрей-Ейд (0,08 л/га)<br>(D <sub>2</sub> )           | 68,73                                   | 40,58                                    | 1,69                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | ВВСН 51–53: Розасоль<br>18-18-18+МЕ (3 кг/га) +<br>ад'ювант Спрей-Ейд<br>(0,08 л/га) (D <sub>3</sub> ) | 71,63                                   | 40,79                                    | 1,76                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | Комбінація варіантів<br>D <sub>2</sub> та D <sub>3</sub> (D <sub>4</sub> )                             | 75,98                                   | 41,97                                    | 1,81                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ВВСН 14-16+ВВСН 35-<br>39: Карамба Турбо (0,66<br>л/га) + Букат<br>(0,35 л/га) (C <sub>2</sub> ) | D <sub>1</sub>                                                                                         | 69,6                                    | 42,95                                    | 1,62                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>2</sub>                                                                                         | 82,07                                   | 43,18                                    | 1,90                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>3</sub>                                                                                         | 77,43                                   | 43,41                                    | 1,78                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>4</sub>                                                                                         | 84,68                                   | 44,28                                    | 1,91                                                           |
| Поліпшений (В <sub>2</sub> ):<br>(Діамофоска +1S<br>(144 кг/га під<br>оранку) + ВВСН 00:<br>Росафєрт 15-15-15<br>(150 кг/га при<br>посіві); ВВСН 20:<br>КАС-32 (189 л/га) +<br>Тіосульфат амонію<br>(22 л/га)) (по<br>мерзлоталому<br>грунту весною)<br>Норма: N <sub>100</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> S <sub>30</sub> | C <sub>1</sub>                                                                                   | D <sub>1</sub>                                                                                         | 80,04                                   | 41,55                                    | 1,93                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>2</sub>                                                                                         | 88,74                                   | 42,19                                    | 2,10                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>3</sub>                                                                                         | 89,61                                   | 42,33                                    | 2,12                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>4</sub>                                                                                         | 95,41                                   | 43,75                                    | 2,18                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | C <sub>2</sub>                                                                                   | D <sub>1</sub>                                                                                         | 95,7                                    | 44,85                                    | 2,13                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>2</sub>                                                                                         | 105,27                                  | 45,51                                    | 2,31                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>3</sub>                                                                                         | 109,33                                  | 45,69                                    | 2,39                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | D <sub>4</sub>                                                                                         | 120,06                                  | 46,97                                    | 2,56                                                           |

Примітка. Вміст енергії в 1 кг насіння виходячи з його олійності у досліді 29 МДж/кг [262]

Як і у випадку економічної оцінки відмічено зростання показника  $K_{ee}$  у динамічному ряду підвищення рівня інтенсифікації факторів оптимізації технології вирощування ріпаку озимого в досліді. За результатами оцінки доведено ефективність зміни варіанту основного блоку удобрення ріпаку озимого зі схеми базової ( $B_1$ ) на поліпшену ( $B_2$ ), що за середнього значення в межах інших факторів досліді забезпечило зростання показника  $K_{ee}$  до рівня 2,22 (приріст 31,6% до аналогічного показника по варіанту  $B_1$ ).

Позитивним було і застосування подвійного варіанту рістрегуляції як на варіанті базового, так і на варіанті поліпшеного блоку основного удобрення з приростами коефіцієнту енергетичної ефективності до рівня 1,88 та 2,08 відповідно. Застосування позакореневих підживлень також позитивно вплинуло на енергетичну ефективність у всіх варіантах їх застосуванням з відносним приростом показника  $K_{ee}$  відповідно на 11,9% за одноразового внесення мікродобрива Розасоль (В) (варіант  $D_2$ ), на 12,6% за одноразового внесення мікродобрива Розасоль 18-18-18+МЕ (варіант  $D_3$ ) та, відповідно, на 18,3% за поєднання вказаних мікродобрив у рідно строковому їх внесенні (варіант  $D_4$ ). Це ще раз доводить як з економічної, так і енергетичної точки зору технологічні переваги варіанту з одноразовим використанням мікродобрива Розасоль 18-18-18+МЕ (ВВСН 51–53, 3 кг/га, з ад'ювантом) порівняно з одноразовим варіантом застосування Розалік (В) (ВВСН 31–34, 1 л/га, з ад'ювантом).

Максимальної енергетичної ефективності вирощування ріпаку озимого з приростом до вихідного варіанту з мінімальним факторним навантаженням у значенні 74,1% було досягнуто за такого технологічного регламенту: Діамофоска +1S (144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві) + ВВСН 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + ВВСН 20:(по мерзлоталому ґрунту весною): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)) + ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) + ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га)

## Висновки до розділу 6

1. Визначено, що основні фактори досліду за напрямком їх прогнозованої оптимізації забезпечили підвищення економічної ефективності вирощування ріпаку озимого. Зокрема, зміна базового блоку основного удобрення (варіант  $B_1$ ) на поліпшений ( $B_2$ ), з усередненням по інших факторах досліду, дозволила додатково отримати на 1 га 17,5 тис. грн. прибутку за зростання рівня рентабельності на 41,3%. Аналогічна оцінка ефективності застосування рістрегуляції комбінації Карамба Турбо + Букат (варіант  $C_2$ ) підтвердила зростання профітності вирощування на 6,9 тис. грн./га, а рентабельності на 6,0% відповідно. Для мікродобрих визначено акумулятивний тип приросту у ряду факторів  $D_2$ – $D_3$ – $D_4$  з такими показниками додаткової прибутковості та рентабельності 6,5 тис. грн./га (17,8%), 6,9 тис. грн./га (18,4%) та 11,5 тис. грн./га (29,7%) відповідно. В результаті, варіант із максимальним поєднанням факторів оптимізації (поліпшений варіант основного блоку удобрення ( $B_2$ ), дворазове застосування мікродобрих ( $D_4$ ), на фоні комбінованої у два періоди осінній та весняний рістрегуляції ( $C_2$ ), дозволили отримати максимальний прибуток на рівні 56,28 тис. грн./га з рентабельністю в 161,7%.

2. Максимальні показники складових конкурентоспроможності отримано за поєднання факторів поліпшеного блоку основного удобрення, комплексного застосування мікродобрих та ріст регуляції з досягнутою величиною коефіцієнту енергетичної оцінки ( $K_{e-n-6}$ ) 1,43, коефіцієнту інтегральної оцінки ( $J$ ) 1,39 та коефіцієнт комплексної оцінки на конкурентоспроможність ( $K_{n-6 \text{ зд}}$ ) 1,41, що, відповідно, було вищим в 1,7, 1,5 та 1,6 рази порівняно з варіантом мінімального факторного навантаження у досліді (базовий блок основного удобрення, відсутність рістрегуляції та підживлень).

3. Доведена перевага варіанту, який поєднує застосування максимального числа факторів оптимізації живлення (поліпшений варіант основного блоку удобрення ( $B_2$ ), дворазове застосування мікродобрих ( $D_4$ ) на фоні комбінованої у два періоди - осінній та весняний рістрегуляції ( $C_2$ )) за досягнутого значення коефіцієнту енергетичної ефективності 2,56, що в 1,7 рази було вищим, ніж у варіанті за мінімального поєднання вказаних факторів оптимізації живлення у досліді (варіант  $B_1C_1D_1$ ).

### Список використаної літератури до розділу 6

380. Лавриненко Ю.О., Влащук А.М., Шапарь Л.В. Урожайність насіння та економічна ефективність вирощування сортів ріпаку озимого залежно від строків сівби та норм висіву в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2016. Вип. 96. С. 79–86.
381. Мацера О.О. Дослідження формування показників економічної ефективності вирощування ріпаку озимого залежно від елементів технології. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 106–116. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-3-9
382. Калетнік Г. М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та економічна безпека України: монографія. К. : Хай-Тек Прес, 2010. 516 с.
383. Біопалива (технологія, машини і обладнання) / [В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло та ін.]. К. : ЦТІ «Енергетика і електрифікація». 2004. 256 с.
384. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Сучасні технології у рослинництві в історичному ракурсі і світлі євроінтеграційних викликів. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 5–10.
385. Гринишин Г.М. Стан та перспективи розвитку ріпаківництва. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. 2018. Вип. 6. №76. С. 25–28.
386. Керімов А. Н., Донець А. О. Продуктивність та економічна ефективність вирощування ріпаку озимого залежно від сортового складу, норм висіву та удобрення. *Зрошуване землеробство*. 2015. Вип. 63. С. 92–94.
387. Коваленко А. М., Малярчук А. С. Економічна ефективність технологій вирощування ріпаку озимого за різних способів обробітку ґрунту та доз внесення азотних добрив. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 90. С. 44–48.
388. Бахмат М. І., Сендецький І. В. Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого при застосуванні регулятора росту за різних норм висіву. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 115. С. 12–18. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.115.2
389. Штанько М. Ріпак озимий не втрачає своїх позицій. *Агронаука і практика*. 2024. Вип. 3. №4. Р. 4–11. DOI: 10.32636/agroscience.2024-(3)-4-1



390. Виростити 1 га озимого ріпаку коштує 25 тис. грн думка. URL: <https://kurkul.com/news/8650-virostiti-1-ga-ozimogo-ripaku-koshtuye-25-tis-grn--dumka> (дата звернення 25.09.2025 р.)
391. Ріпак став найдорожчою культурою для вирощування у 2025 році – досвід аграрія. URL: <https://agroweek.com/agrobiznes/ripak-stav-najdorozhchoyu-kulturoyu-dlya/> (дата звернення 22.10.2025 р.)
392. Мацера О. О. Енергетична ефективність вирощування озимого ріпаку залежно від елементів технології. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 87–92.
393. Енергетична стратегія України на період до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145. URL: [www.kmu.gov.ua/control](http://www.kmu.gov.ua/control) (дата звернення 25.10.2025 р.)
394. Пастухов В. І., Єльченко В. Ю., Маленко Р. В. Енергетична і економічна оцінка комплексу вітчизняних і зарубіжних машин для вологозберігаючої технології вирощування озимого ріпаку в степу України. Х. : ХНТУСГ, 2010. 6 с.
395. Засуха Т. В., Пономаренко М.М. Біоенергетична оцінка технологій вирощування кормових і зернофуражних культур: метод. рекомендації. К.: «Міжнар. фін. агенція». 1998. 22 с.
396. Dobek T., Dobek M., Sarek O. Ocena efektywnosci ekonomicznej i energetycznej produkcji pszenicy ozimej i rzepaku ozimego wykorzystanych do produkcji biopaliw. *Inzynieria Rolnicza*. 2010. № 1(119). – S. 161–168.
397. Richards I. R. Energy balances in the growth of oilseed rape for biodiesel and of wheat for bioethanol. *Levington Agriculture Report, BABFO*. 2000. P. 9–38.
398. Боярчук В., Фтома О., Боярчук О. Економічна та енергетична ефективність виробництва ріпаку озимого, пшениці озимої, кукурудзи, цукрового буряку та біопалива на їх основі. *Аграрна економіка*, 2012. Т. 5. № 1–2. с. 105–115.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі експериментально досліджено, узагальнено та вирішено наукове завдання щодо підвищення біоенергетичної продуктивності гібридів ріпаку озимого різних груп стиглості в умовах Правобережного Лісостепу України на сірих лісових ґрунтах за оптимізації ростових процесів осіннього та весняного періоду вегетації за рахунок зміни основного блоку живлення, застосування рістрегуляції та системи позакоренових підживлень. Аналіз отриманих результатів дав підстави зробити наступні висновки:

1. Поєднання визначеної мінливості гідротермічного режиму періоду вегетації ріпаку озимого в досліді з ґрунтовими умовами, які відповідали властивим показникам сірих лісових ґрунтів на фоні відповідного адаптивного та продуктивного потенціалу досліджуваних гібридів ріпаку озимого було сформовано надійну систему відклику на застосовані заходи оптимізації умов живлення та морфогенезу ріпаку озимого і виділити вагу їх впливу на формування головного комплексу результативних показників в досліді з позиції критеріїв такої оптимізації.

2. Встановлено подовження міжфазного періоду сходи–розетка в гібридів ріпаку озимого у середньому на 3 доби та міжфазного періоду цвітіння–дозрівання на 2 доби на варіантах застосування рістрегуляції з фунгіцидним ефектом (Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) в період формування осінньої розетки рослин (ВВСН 14–16) та активного стеблуння (ВВСН 35–39). Максимальна тривалість активної вегетації – 175 діб у гібриду Домінатор та 183 доби у гібриду Абсолют – відмічена у варіанті поєднання поліпшеного блоку основного удобрення, застосування дворазової рістрегуляції та підживлення мікродобривами Розалік (В) (1 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) (ВВСН 51–53) з приростом до варіанту без рістрегуляції та мікродобрив на фоні базового блоку основного удобрення 8 діб у гібриду Домінатор та 7 діб у гібриду Абсолют.

3. Визначено, що застосування варіанту поліпшеного основного блоку удобрення з внесенням в осінній період  $N_{37}P_{60}K_{60}$  (з розподілом  $N_{14}P_{37,5}K_{37,5}$  в основне та  $N_{23}P_{22,5}K_{22,5}$  у припосівне) та сірки  $S_{24}$  на фоні застосування ріст

регуляції (ВВСН 14–18: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га)) забезпечило формування рослин гібридів ріпаку озимого з поліпшеними морфологічними та біохімічними параметрами для успішної їх перезимівлі: діаметр кореневої шийки 1,23 см, висота розміщення точки росту над ґрунтом 1,20 см, кількість листків на рослині 9,5 шт., довжина кореневої системи 21,2 см, вміст цукрів на початку перезимівлі 35,11% за середньозваженого коефіцієнту корекції відмічених показників 1,32, 0,87, 1,10, 1,13 та 1,20 відповідно у співставленні до середнього по варіанту до базового блоку основного удобрення без застосування ріст регуляції, забезпечивши ріст показника перезимівлі рослин на 9,04% та 15,10% у гібриду Абсолют та Домінатор відповідно.

4. Встановлена максимальна інтенсивність ростових процесів рослин гібридів ріпаку озимого в весняно-літній період вегетації, яка з обліком на рубіжні фенологічні дати в середньому по гібридах ріпаку озимого на варіанті максимальної інтенсифікації факторів (поліпшений блок основного удобрення (внесення  $N_{63}$  у формі КАС 32 по мерзлоталому ґрунті на початку відновлення вегетації ріпаку (ВВСН 20)) на фоні застосування рістрегуляторів з вираженим фунгіцидним ефектом (Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) у період активної фази стеблуння (ВВСН 35–39) та застосуванні дворазової системи позакореневих підживлень (ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) забезпечила висоту рослин 148,6 см, діаметр стебла в основі 3,15 см, кількість бічних галузень 11,6 шт., що в прирістному відносному значенні до варіанту базового блоку основного удобрення (внесення  $N_{77}$  по мерзлоталому ґрунті на початку відновлення вегетації ріпаку (ВВСН 20) за 100% частки амідної форми азоту (карбамід)) за повної відсутності рістрегуляції та підживлень для вказаних показників було у значенні 10,1%, 36,8%, 29,5%, 46,5% відповідно. Для даного співставлення визначено і істотно відмінний показник сформованої сухої маси рослин 746,1 г/м<sup>2</sup> та 498,6 г/м<sup>2</sup> відповідно.

5. Відмічено середню біологічну ефективність зниження поширеності основних хвороб ріпаку озимого на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 63–65) на 70,5% на фоні базового та 85,1% на фоні поліпшеного блоку основного

удобрення за дворазового внесення рістрегулюючих препаратів з вираженим фунгіцидним ефектом Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) у фази ВВСН 14–16 та ВВСН 35–39. Додаткове застосування мікродобрив Розалік (В) і Розасоль 18-18-18+МЕ зумовило зниження ураженості хворобами на 0,5–0,6% у варіантах одинарного та на 1,0% у варіантах бінарного їх використання.

6. Ідентифіковано максимальні показники сформованої листкової поверхні та базові показники її продуктивної діяльності у варіанті поєднання поліпшеного блоку основного удобрення, застосування ріст регуляції (Карамба Турбо + Букат) в осінній та весняний період розвитку рослин ріпаку озимого та дворазового застосування позакоренових підживлень (ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га)). Для гібриду Домінатор дані показники були такими: площа листкової поверхні 43,48 тис. м<sup>2</sup>/га (за значення приросту до варіанту з поєднанням базового основного блоку удобрення за відсутності ріст регуляції та позакоренового підживлення в абсолютному та відносному значенні +7,47 тис. м<sup>2</sup>/га (20,7%)) при ФП 2,868 млн. м<sup>2</sup>діб/га (+0,550 млн. м<sup>2</sup>діб/га (23,7%)) та ЧПФ 4,57 г/м<sup>2</sup> (0,95 г/м<sup>2</sup> за добу (26,3%)). Для гібриду Абсолют: площа листкової поверхні 41,51 тис. м<sup>2</sup>/га (7,96 тис. м<sup>2</sup>/га (23,7%)), ФП 2,824 млн. м<sup>2</sup>діб/га (0,622 млн. м<sup>2</sup>діб/га (28,2%)) та ЧПФ 0,75 г/м<sup>2</sup> за добу (20,8%). Для визначеного варіанту максимальної оптимізації формування та функціонування асиміляційної поверхні рослин встановлено оптимальні значення показників кривої індукції флуоресценції хлорофілу: зростання початкового рівня флуоресценції на 10,3 %, флуоресценції зони «плато» на 7,7%, максимальної та стаціонарної флуоресценції відповідно на 45,7% та 17,8%), що сприяло оптимізації адаптивності фотосистеми рослин.

7. Обліковано максимальні прирістні показники індивідуальної структури насінневої продуктивності гібридів ріпаку озимого у варіанті, який передбачав поліпшений блок основного удобрення, подвійне застосування ріст регуляції (Карамба Турбо + Букат у фази ВВСН 14–16 та ВВСН 35–39) при двохразовому позакореновому підживленні (ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) з приростом до варіанту базового

блоку основного удобрення без ріст регуляції та мікродобрив): для гібриду Домінатор 23,5% за кількістю продуктивних стручків, 3,5% за кількістю насінин в стручку, 59,0% за виходом насіння з 1 м<sup>2</sup> та 17,0% за масою 1000 насінин, а для гібриду Абсолют 20,2%, 7,7%, 62,3% та 14,2% відповідно.

8. Визначено, що застосування поліпшеного блоку основного удобрення у поєднанні із рістрегуляцією та двома позакореновими підживленнями забезпечило максимальні показники урожайності та біоенергетичної продуктивності: фактична урожайність насіння, вихід олії та біодизелю у значенні 4,58 т/га, 2335 л/га та 2100 л/га в гібриду Домінатор та 4,37 т/га, 2205 л/га, 1985 л/га в гібриду Абсолют з приростами до варіанту базового блоку основного удобрення при відсутності ріст регуляції та мікродобрив у значенні 2,33 т/га, 1230,3 л/га і 1107,2 л/га у гібриду Домінатор та 2,32 т/га, 1233,9 л/га і 1110,5 л/га у гібриду Абсолют відповідно.

9. Визначена у середньому за період досліджень максимальна олійність насіння гібриду Домінатор на рівні 46,84% та гібриду Абсолют на рівні 46,17% у варіанті, який передбачав максимальну комбінацію чинників оптимізації (поліпшений блок основного удобрення, подвійне застосування ріст регуляції (Карамба Турбо + Букат) в осінній та весняний період розвитку рослин ріпаку озимого при дворазовому позакореновому підживленні (ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га))) з абсолютним приростом до варіанту з мінімальною комбінацією факторів прогнозованої оптимізації (базовий блок основного удобрення без ріст регуляції та мікродобрив) 2,13% та 2,61% відповідно.

10. Встановлено вплив факторів поставлених на вивчення на структуру жирнокислотного профілю насіння в обох гібридів. У співставленні крайніх технологічних варіантів досліді – поліпшеного блоку основного удобрення у поєднанні із рістрегуляцією та двома позакореновими підживленнями та базового блоку основного удобрення без рістрегуляції та підживлень – для гібриду Домінатор ідентифіковано зростання в абсолютному виразі вмісту жирних кислот пальмітинової (С 16:0) на 0,125%, стеаринової (С 18:0) на 0,051%, олеїнової (С 18:0) на 1,311%, арахінової (С

20:0) на 0,045% та ейкозенової (С 20:1) на 0,124% за зниження вмісту пальмітолеїнової (С 16:1) на 0,05%, лінолевої (С 18:2) на 0,61% та ліноленової (С 18:3) кислот на 1,0%. Для гібриду Абсолют відмічено зростання стеаринової (С 18:0) на 0,066%, олеїнової (С 18:0) на 1,900%, арахінової (С 20:0) на 0,083% та ейкозенової (С 20:1) на 0,021% за зниження – пальмітинової (С 16:0) на 0,154%, пальмітолеїнової (С 16:1) на 0,063%, лінолевої (С 18:2) на 0,44% та ліноленової (С 18:3) на 1,43%.

11. При порівнянні варіантів з рістрегуляцією і двома позакореновими підживленнями на фоні поліпшеного блоку основного удобрення до варіанту основного блоку удобрення за відсутності рістрегуляції та позакоренових підживлень у гібридів відмічено: зростання частки насичених жирних кислот на 0,37%, мононенасичених жирних кислот на 2,0%, зниження частки поліненасичених жирних кислот на 2,4% за зростання у відносному виразі коефіцієнтів: десатурації лінолевої кислоти на 9,3%, співвідношення полінасичених та мононасичених жирних кислот на 12,7%, загальної десатурації на 9,6%. Це додатково забезпечило залежно від гібриду ріст у біопалива з олії цетанового числа на 0,761–0,803 одиниць, зниження кінематичної в'язкості на 0,033 мм<sup>2</sup>/с – 0,045 мм<sup>2</sup>/с та зростання показника теплоти згорання на 0,126–0,132 Мдж/кг.

12. За результатами калькуляції показників економічної та енергетичної ефективності вирощування менш урожайного гібриду Абсолют підтверджено виробничу доцільність застосування варіанту, який поєднував поліпшений блок основного удобрення, дворазову рістрегуляцію у фазі ВВСН 14–16 та ВВСН 35–39 (Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га)) при застосуванні двох позакоренових підживлень (ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га). Для даного варіанту визначено максимальний прибуток 56,28 тис. грн./га за рентабельності 161,7% при досягнутих коефіцієнтах: інтегральної оцінки 1,39, комплексної оцінки на конкурентоспроможність 1,41 та енергетичної ефективності 2,56, що, відповідно, було вищим в 1,5, 1,6 і 1,7 рази порівняно з варіантом базового блоку основного удобрення за відсутності рістрегуляції та підживлень.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для максимальної реалізації урожайного та біоенергетичного потенціалу середньоранніх та середньостиглих гібридів ріпаку озимого вирощуваних на сірих лісових ґрунтах на рівні 4,0–4,5 т/га насіння та 2,0–2,2 т/га ріпакової олії із поліпшеним жирнокислотним складом та якісними потенційними біопаливними характеристиками рекомендується:

1. Оптимізувати осінній блок живлення ріпаку озимого за рахунок комбінованого внесення комплексних добрив із сіркою з досягненням рівня удобрення у значенні не нижче  $N_{35}P_{60}K_{60}S_{25}$  при обов'язковому застосуванні комплексу рістрегуляторів з фунгіцидним ефектом (фаза осінньої розетки (ВВСН 14–16): Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га);

2. Оптимізувати весняний блок живлення ріпаку озимого за рахунок: внесення азоту не нижче  $N_{65}$  по мерзлоталому ґрунті на початку відновлення весняної вегетації (ВВСН 19–20) у варіанті трьох форм азоту за використання добрива КАС 32 у обов'язковому поєднанні з розчином тіосульфату амонію не менш як 10% від об'єму внесення КАС при застосуванні комбінованої рістрегуляції з фунгіцидним ефектом (фаза стеблування (ВВСН 35–39): Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га) та застосування дворазового підживлення комплексними мікродобривами: фаза стеблування (ВВСН 31–34) – Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га); фаза початку бутонізації (ВВСН 51–53) – Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га)).

## ДОДАТКИ



## ДОГОВІР № 7 про співпрацю

м. Вінниця

«30» вересня 2022 р.

Вінницький національний аграрний університет (далі – Університет) в особі ректора університету Мазура В.А., що діє на підставі Статуту університету, з одного боку, та ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ВІН-АГРО ГРУП» в особі, Керівника Чижик Олени Іванівни, що діє відповідно до інформації зазначеної в Єдиному державному реєстрі юридичних осіб з іншого боку, уклали цей Договір.

### 1. Предмет і мета Договору

1.1. Сторони за цим Договором приймають на себе зобов'язання об'єднати свої матеріальні та інтелектуальні ресурси для досягнення загальної мети.

1.2. Метою цього Договору є створення філії кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії, факультету агрономії, садівництва та захисту рослин навчально наукового інституту агротехнологій та природокористування на виробничій базі ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП» для проведення досліджень згідно затвердженої тематики «Оптимізація адаптивних технологій вирощування хрестоцвітних культур в умовах Лісостепу правобережного», а також закладання та проведення дослідів аспіранта за темою дисертації «Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого на біоенергетичні потреби в умовах правобережного Лісостепу України».

### 2. Обов'язки сторін

2.1. Для досягнення мети за цим Договором Сторони зобов'язуються:

- обмінюватися наявною в їх розпорядженні інформацією з питань, що складають взаємний інтерес Сторін;
- проводити спільні наукові дослідження з узгодженої тематики, за профілем діяльності кафедри;
- виконувати пошукові та наукові дослідження за замовленням один одного або третьої сторони;
- не зводити співпрацю до формального дотримання вимог цього Договору, а підтримувати ділові стосунки і вживати всіх необхідних заходів для забезпечення ефективності роботи кафедри на виробництві.

2.2. Обов'язки Університету

2.2.1. Університет відповідно до цього Договору зобов'язується:

- ефективно і бережливо використовувати матеріально-технічну базу Підприємства, яка надається філії кафедри для здійснення її діяльності згідно цього Договору;
- надавати консультації спеціалістам Підприємства з питань, що входять до компетенції філії кафедри;
- не поширювати інформацію одержану від Підприємства або в ході спільних наукових досліджень без згоди Підприємства;
- забезпечувати діяльність філії кафедри на виробництві в межах фінансових можливостей Університету згідно законодавством;
- за місяць до початку практики надавати Підприємству для погодження програму, а не пізніше ніж за тиждень - список студентів, аспірантів, які направляються на практику;
- призначати керівниками практики кваліфікованих викладачів;
- забезпечити додержання студентами, аспірантами трудової дисципліни і правил внутрішнього трудового розпорядку Підприємства. Брати участь у розслідуванні комісією Підприємства нещасних випадків, що сталися з студентами, аспірантами та викладачами.

### 2.3. Обов'язки Підприємства

2.3.1. Підприємство, відповідно до цього Договору зобов'язується:

- створити необхідні умови для виконання кафедрами спільних програм, надавати кафедрам можливість користуватись лабораторіями, кабінетами, майстернями, бібліотеками, технічною та іншою документацією, необхідною для виконання програм спільної діяльності;

- прийняти студентів, аспірантів на практику згідно з календарним планом;
- створити необхідні умови для виконання студентами, аспірантами програм практики, не допускати використання їх на посадах та роботах, що не відповідають програмі практики та майбутній спеціальності;
- надати студентам, аспірантам можливість користуватись лабораторіями, кабінетами, майстернями, бібліотеками, технічною та іншою документацією, необхідною для виконання програм практики,
- забезпечити студентам, аспірантам умови безпечної роботи на кожному робочому місці. Проводити обов'язкові інструктажі з охорони праці: ввідний та на робочому місці. У разі потреби навчати студентів, аспірантів безпечних методів праці;
- про всі порушення студентами, аспірантами розпорядку дня, техніки безпеки і невиконання програми практики негайно доповідати Університету;
- у разі об'єктивної неможливості виконати зобов'язання, обумовлені цим Договором, термін і обсяг роботи повинно завчасно попередити про це Університет.

### 3. Відповідальність Сторін і вирішення спорів

3.1. У випадку порушення своїх зобов'язань за цим Договором Сторони несуть відповідальність, визначену цим Договором і чинним в Україні законодавством. Порушення зобов'язання є його невиконання або неналежне виконання умов, визначених змістом цього Договору.

3.2. Усі спори, що пов'язані із цим Договором, його укладанням, або такі, що виникають у процесі виконання умов цього Договору, вирішуються шляхом переговорів між Сторонами. Якщо спір неможливо вирішити шляхом переговорів, він вирішується в судовому порядку, визначеному відповідним чинним в Україні законодавством.

### 4. Строк дії Договору й інші умови

4.1. Цей Договір набирає чинності з моменту його підписання і діє протягом п'яти років.

4.2. Зміни до цього Договору можуть бути внесені за взаємною згодою сторін, що оформляється додатковою угодою до цього Договору.

4.3. Цей Договір складений українською мовою на 2 сторінках у трьох примірниках, кожний з яких має однакову юридичну силу.

### Місцезнаходження та реквізити Сторін

Вінницький національний аграрний університет  
21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3  
тел. (0432) 46-00-03, 57-42-23;  
факс (0432) 43-80-25, 57-42-23  
Email: [office@vsau.org](mailto:office@vsau.org) [rector@vsau.org](mailto:rector@vsau.org)

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ВІН-АГРО ГРУП»  
Код за ЄДРПОУ 37489317  
23222, Вінницька обл., Вінницький р-н,  
с. Якушинці, вул. Барвінкова, буд. №8

тел. (0432) 61-66-99

  
Ректор \_\_\_\_\_ Мазур В.А.  
2022 р.  
М.П.

  
Керівник \_\_\_\_\_ Чижик О.І.  
2022 р.



Томчук



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, тел. (0432) 46-00-03,  
email: [office@vsau.org](mailto:office@vsau.org), [rector@vsau.org](mailto:rector@vsau.org), код ЄДРПОУ 00497236

05 грудня 2024 р. № 01.1-60-1528  
на № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**ДОВІДКА**

про впровадження результатів наукових досліджень  
дисертаційної роботи **Томчука Олександра Миколайовича**  
на тему: «Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого на  
біоенергетичні потреби в умовах правобережного Лісостепу України»

Повідомляємо, що наукові розробки Томчука Олександра Миколайовича за вказаною темою дисертації мають практичну цінність, що зумовлено їх впровадженням у навчально-методичний процес та наукову роботу кафедри кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії, навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування, факультету агрономії, садівництва та захисту рослин.

Положення дисертаційної роботи використовується при викладанні навчальної дисципліни «Агрохімія».

Довідка видана Томчуку О.М. для представлення у спеціалізовану вчену раду за місцем захисту його дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії Вінницького національного аграрного університету від 06 листопада 2024 року, протокол №4.

Ректор



Віктор МАЗУР

№ 02156

№126 від 28.08.2024 р.

**АКТ**  
**про впровадження наукових досліджень дисертаційної роботи у**  
**виробництво**

*Назва установи* – Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України.

*Тема дисертації* «Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого на біоенергетичні потреби в умовах Правобережного Лісостепу України».

*Впровадження здійснювались на базі* ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП» с. Якушинці Вінницького району Вінницької області.

*Відповідальні за проведення впровадження:*  
від Вінницького національного аграрного університету – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Томчук О.М. від господарства – директор Чижик Олена Іванівна

*Умови проведення впроваджень* територія господарства розташована у правобережному Лісостепу України, ґрунти – сірі лісові середньосуглинкові, клімат – помірно-континентальний. Площа впровадження 25 га.

*Культура, на якій проводилось впровадження* – озимий ріпак. Строк проведення впровадження – 2024–2025 р.

*Базова технологія вирощування ріпаку озимого у господарстві:* Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (150 кг/га під оранку) + BBCH 00: Нітроамофоска 16-16-16 (150 кг/га при посіві); BBCH 19–20 (по мерзлоталому ґрунту): Карбамід (100 кг/га) + Сульфат амонію (150 кг/га) + BBCH 14–16: Букат (0,5 л/га) + BBCH 35–39: Букат (0,6 л/га) + система позакоренових підживлень Редонік (В) (1 л/га) (BBCH 31–34)) + Редонік (В) (1 л/га) (BBCH 51–53)).

*Варіант технології вирощування ріпаку озимого, який впроваджувався:* Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + BBCH 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); BBCH 19–20 (по мерзлоталому ґрунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га) + BBCH 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + BBCH 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + система позакоренових підживлень Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (BBCH 31–34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (BBCH 51–53)).

*Гібрид ріпаку озимого* – Дактарі (DSV).

*Результати впроваджень* (у співставленні до базової технології застосованої у господарстві): підвищення зимостійкості рослин на 12,7%, урожайності насіння на 18,9%, підвищення вмісту олії на 1,02%.

Відповідальні виконавці:

Аспірант кафедри землеробства,  
ґрунтознавства та агрохімії  
Вінницького національного  
аграрного університету

Томчук Олександр Миколайович

Директор ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП»

Чижик Олена Іванівна





**АКТ**  
**впровадження наукових досліджень дисертаційної роботи у виробництво**  
**від « 20 » серпня 2024 р.**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи аспіранта спеціальності 201 Агрономія кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету Томчука Олександра Миколайовича за темою дисертації: «Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого на біоенергетичні потреби в умовах Правобережного Лісостепу України» впроваджено у ПСП «Сонечко».

**Сільськогосподарська культура:** озимий ріпак.

**Гібрид** Амбасадор

**Період впровадження:** 2024–2025 рр.

**Вид впровадження:** елементи технології вирощування ріпаку озимого, яка передбачала наступну технологічну схему: Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + BVCH 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); BVCH 19–20 (по мерзлоталому ґрунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га) + BVCH 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + BVCH 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + система позакоренових підживлень Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (BVCH 31–34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (BVCH 51–53)).

**Технологія вирощування ріпаку озимого прийнята у господарстві відповідно до факторів поставлених на вивчення у дисертаційній роботі:** BVCH 00: Поліфоска N-8% P-24% K-24% (200 кг/га при посіві); BVCH 19–20 (по мерзлоталому ґрунту): Аміачна селітра (200 кг/га) + Сульфат амонію (150 кг/га) + BVCH 14–16: Фолікур (1 л/га) + BVCH 35–39: Карамба Турбо (0,9 л/га) + система позакоренових підживлень YaraVita BIOTRAK (1 л/га) (BVCH 31–34)) + YaraTera KRISTALON 18-18-18+ME (3 кг/га) (BVCH 51–53)).

**Характеристика масштабів впровадження:** вирощування ріпаку озимого за використання технологічної схеми впровадження на загальній площі 15 га.

**Новизна наукових досліджень дисертаційної роботи:** вивчено ефективність та доцільність комплексної системи удобрення на фоні двохразового застосування комбінації ріст регулюючих препаратів фунгіцидної природи на урожайність насіння та його якість в порівнянні з прийнятою у господарстві технологією, застосованої у якості контролю.

**Результати впровадження:** підвищення урожайності ріпаку озимого на 22,8%, олійності на 1,17% від застосування удосконалених елементів технології вирощування порівняно з контролем.

Відповідальні виконавці:

Аспірант кафедри землеробства,  
ґрунтознавства та агрохімії  
Вінницького національного  
аграрного університету

Томчук Олександр Миколайович

Директор ПСП «Сонечко»

Слободянюк Євгенія Олексіївна



№8 від 02.09.2025 р.

**Довідка**  
**про впровадження результатів дисертаційного дослідження Томчука**  
**Олександра Миколайовича на тему: «Оптимізація елементів технології**  
**виросування ріпаку озимого на біоенергетичні потреби в умовах**  
**Правобережного Лісостепу України»**

Ріпак є однією із провідних олійних культур світового землеробства, його площі посіву останнім часом значно розширилися і перевищують 30 млн. га. Разом із тим, найважливішими критеріями сучасної технології вирощування озимого ріпаку є підвищена продуктивність культури та поліпшена якість насіння. Серед агротехнічних заходів, які мають суттєвий вплив на підвищення урожайності є застосування нових високопродуктивних безерукових сортів і гібридів ріпаку озимого і створення оптимального фону живлення. У сучасних умовах господарювання зростає роль сорту, насінневого матеріалу високих генерацій та ефективних технологій вирощування. Подальше виробництво даної культури повинно відбуватися не шляхом розширення посівних площ, а за рахунок впровадження нових, адаптованих технологій вирощування даної важливої культури, обґрунтування процесів формування продуктивності генотипів під впливом раціональних та адаптованих систем удобрення та захисту, що у кінцевому випадку забезпечить високу реалізацію їх генетичного потенціалу.

Враховуючи це, господарство завжди з позитивом відноситься до різних адаптивних розробок у сфері технологій вирощування озимого ріпаку будь-якого спрямування. Господарство застосовувало за вирощування озимого ріпаку на площі 75 га комбіновану систему удобрення запропонованої аспірантом Томчуком О.М., яка передбачала: Діамофоска 10-26-26+1S (144 кг/га під оранку) + ВВСН 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 19-20 КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)) (по мерзлоталому ґрунту) + ВВСН 14-16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + ВВСН 35-39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51-53)). Результати застосування технології забезпечили до технології застосованої у господарстві вищі показники збереженості рослин під час перезимівлі, формування високопродуктивного агроценозу культури, що забезпечило приріст урожаю на 15,7% за рівня олійності насіння на 3,9% вищу з поліпшеним жирнокислотним її складом.

Враховуючи отримані результати, ми вважаємо за доцільне рекомендувати результати дисертаційного дослідження автора до виробничого впровадження.

Директор СФГ «Олімп»



Панасюк Олександр Іванович



№31 від 28.08.2025 р.

**Довідка**

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження Томчука  
Олександра Миколайовича на тему: «Оптимізація елементів технології  
виросування ріпаку озимого на біоенергетичні потреби в умовах  
Правобережного Лісостепу України»**

Біологічна основа врожаю ріпаку озимого закладається восени і залежить насамперед від підготовки ґрунту до посіву, забезпечення поживними речовинами, від строків та способів сівби, норми висіву та погодних умов. У спеціальній та довідковій літературі наведено досить суперечливі дані про систему удобрення, строки та способи сівби та інші елементи технології вирощування. У виробництві це веде до недобору урожаю, а в кінцевому результаті – зниження значення ріпаківництва як галузі взагалі. Основним джерелом мінерального живлення рослин є елементи, які є в ґрунті. Внесення мінеральних добрив дозволяє суттєво підвищити вміст рухомих форм елементів живлення і покращити умови росту та розвитку рослин озимого ріпаку. Тому значна увага повинна приділятися диференційованому внесенню добрив залежно від потреб рослин у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Враховуючи дані аргументи для агроформувань різних форм власності, які займаються вирощуванням озимого ріпаку актуальним є сформована цілісна система удобрення, яка б враховувала як сучасну кон'юктуру ринку мінеральних добрив, так і носила комплексний характер, формуючи не лише передумови максимальної реалізації урожайного потенціалу високоінтенсивних гібридів, але й гарантуючи збереження якості отриманого насіння.

З огляду на такі важливі підходи впродовж двох років господарство застосовувало (на частині площі ріпаку озимого (55 га)) систему удобрення, запропоновану аспірантом Томчуком О.М. скомпановану ним як представником компанії «Ерідон» та застосовану ним у власних дисертаційних дослідженнях. Система передбачала таку агротехнологічну схему: Діамофоска +1S (144 кг/га під оранку) + ВВСН 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 19–20 КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га) (по мерзлоталому ґрунту) + ВВСН 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53)). Результати її застосування в умовах господарства на темно-сірих лісових ґрунтах забезпечило приріст урожаю у співставленні до базової технології господарства на рівні 14,8%. При цьому як позитив слід відмітити високу якість урожаю з вмістом олії в насінні у середньому на 4,3% вищу, ніж отриману за тієї ж базової технології.

Директор ТОВ «Фітосвіт ЛТД»



Вишнівський Олег Цезарович

№89 від 12.09.2025 р.

**АКТ****про прийняття до впровадження наукових досліджень дисертаційної роботи**

ТОВ «ФІРМА ЕРІДОН» вже понад 20 років є одним із лідерів дистрибуції насіння, засобів захисту та добрив та супутнього їм комплексного агроконсалтингу на загальнодержавному рівні. Окремим і важливим сектором такої діяльності є дослідження ефективних та доцільних агротехнологічних рішень у сфері вирощування насіння ріпаку у сфері розробки комбінаційних схем поєднання добрив, засобів захисту та ріст регулюючих речовин. Сьогодні відпрацьовано вже цілий ряд практичних рекомендацій для різних ґрунтово-кліматичних зон. Приємно відмітити, що в основу досліджень дисертаційної роботи Томчука Олександра Миколайовича «Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого на біоенергетичні потреби в умовах Правобережного Лісостепу України» було покладено лінійку добрив та рістстимуляторів, які на ринку пропонує саме ТОВ «ФІРМА ЕРІДОН». Запропонована автором схема комплексної комбінації засобів оптимізації, яка передбачала такий регламент застосування як Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + ВВСН 00: Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту); КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га) + ВВСН 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) + система позакоренових підживлень Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53)) продемонструвала високу ефективність та продуктивність. На підставі даних результатів саме такий технологічний варіант буде включено у технологічні схеми вирощування насіння ріпаку високої якості рекомендовані на регіональному ринку для використання у виробничій практиці агроформуваннями різних форм власності та у мережі партнерів компанії.

Директор ТОВ Фірма «Ерідон» **Андронік Денис Олександрович**



№23 від 18.08.2024 р.

**Довідка**  
**про практичне використання в діяльності ТОВ «Моноліт» результатів**  
**дисертаційного дослідження Томчука Олександра Миколайовича на**  
**тему: «Оптимізація елементів технології вирощування ріпаку озимого на**  
**біоенергетичні потреби в умовах Правобережного Лісостепу України»**

Озимий ріпак для України є стратегічною культурою як з позиції формування аграрного регіонального ринку так із позиції підтримання міжнародного іміджу нашої держави, гарантування її агротехнологічної інвестиційної привабливості та багато профільності аграрного виробництва. Разом із тим потенціал реалізації сучасних гібридів ріпаку не дивлячись на диверсифікацію ринку добрив, появу нових діючих речовин ріст стимуляції та застосування різних варіантів їх поєднання за вирощування даної культури залишається низьким і в кращому випадку становить близько 50–60%. Ми як виробничники відчуємо це найбільш у повній мірі і це створює певні ризики для формування адаптивних систем гнучкового типу вирощування озимого ріпаку в Україні та на Вінниччині зокрема. Саме з цих причин дослідження автора з питань формування комбінаційної системи удобрення, яка б поєднувала оптимізовані варіанти стартового удобрення, застосування ріст регулюючих речовин та системи позакоренових підживлень із залученням лінійки добре апробованих агрохімічних компонентів має значний потенціал та імплементаційний ресурс для регіонального ріпаківництва.

Це підтверджено результатами впровадження варіанту удобрення озимого ріпаку в умовах ТОВ «Моноліт», який передбачав таку технологічну схему: ВВСН 00: Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві) + ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га) + ВВСН 14–16: Регулятор Букат (тебеконазол 500 гр/л) (0,5 л/га) + ВВСН 35–39: Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га + ВВСН 31–34: Розалік (В) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га). Застосування вказаного варіанту удобрення за вирощування озимого ріпаку на площі у 50 га забезпечило загальний приріст урожаю у співставленні до варіанту прийнятого у господарстві на рівні 21,9%, підвищення олійності на 5,7% та у кінцевому підсумку забезпечило загальний ріст рентабельності вирощування ріпаку у господарстві на 14,8%.

На підставі отриманих даних вважаємо за необхідне рекомендувати результати досліджень автора для виробничого впровадження на агропідприємствах Лісостепу правобережного, які спеціалізуються на вирощуванні ріпаку озимого.

Директор ТОВ «Моноліт»



С.П. Тизунь

№9 від 21.08.2024 р.

**Довідка**  
**про практичне використання в діяльності ФГ «Господар-С»**  
**результатів дисертаційного дослідження Томчука Олександра**  
**Миколайовича на тему: «Оптимізація елементів технології вирощування**  
**ріпаку озимого на біоенергетичні потреби в умовах Правобережного**  
**Лісостепу України»**

Питання оптимального живлення рослин озимого ріпаку для забезпечення перезимівлі та збереженості рослин з одного боку є питанням відносно добре опрацьованим у науковій практиці розробки адаптивних технологій вирощування озимого ріпаку, а з іншого боку мали цілий ряд питань, які потребують додаткового вивчення. Враховуючи складні і часто важкопрогнозовані амплітудні зміни гідротермічних умов періоду липня-листопада відповідного календарного року актуальним є формування технологій вирощування ріпаку озимого, які б гарантували нормальні умови перезимівлі рослин озимого ріпаку і не просто їх загальну перезимівлю, а саме збереження енергії росту та закладених продуктивних плодоелементів після відновлення вегетації. Дослідження автора певною мірою стосуються даної проблематики, оскільки сформовані з дробним застосуванням мінерального живлення в передпосівний, припосівний та відновлювальний навесні вегетаційний період і тому є актуальними для зони нестійкого зволоження із різкими кліматичними змінами, куди смілового можна віднести і регіон Вінниччини. В умовах господарства ми скористались поліпшеним варіантом удобрення ріпаку озимого який передбачав таку виробничу схему BVCH 00: Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві) + BVCH 19-20 (по мерзлоталому ґрунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га) + BVCH 14-16: Регулятор Букат (тебеконазол 500 гр/л) (0,5 л/га)). За результатами двох річних оцінок у приміненні до припосівного внесення суміші NPK в осінній період та ранньо-весняного підживлення аміачною селітрою було сформовано рослини перед входом у зиму із діаметром кореневої шийки більшою на 10,5%, довжиною кореневої системи на 9,3%, при низькому заляганні точки росту. У підсумку це забезпечило підвищення якості перезимівлі (з окомірного балу у 7 на контролі до 9 балів на варіанті удобрення), а також сприяло підвищенню виживаності рослин на стадію жовто-коричневого стручка на 12,7%. Загалом такий характер впливу забезпечив загальне зростання урожайності ріпаку на 12,5%.

Враховуючи отримані результати, ми вважаємо за доцільне рекомендувати результати дисертаційного дослідження автора до виробничого впровадження.

Голова ФГ «Господар-С»



О.М. Коров'ячук



## Додаток Б.1

# Результати комплексного агрохімічного аналізу ґрунту дослідних ділянок у період закладення дослідів



Центр сучасних досліджень ґрунту ТОВ "СІЕЙТІ"

вул. Вільний лужок, 6, м. Суми, Україна, 40000

www.siat.com.ua

Протокол агрохімічного аналізу ґрунту №

36169

від 14.08.2022

Замовник:

ТОВ "ВІН-АГРО ГРУП", Томчук О.М.

Адреса:

Вінницька область, с.Якушенинці, вул.Барвінкова, 8

Дата надходження:

11.08.2022

Номер поля:

Квартал:

Площа:

Лаб ID:

36169

Номер зразка:

Результати аналізу ґрунту

| Показник                                | Одиниці виміру | Метод вимірювання    | Результати вимірювання | Рівень забезпечення    |         |          |         |              |
|-----------------------------------------|----------------|----------------------|------------------------|------------------------|---------|----------|---------|--------------|
|                                         |                |                      |                        | Дуже низький           | Низький | Середній | Високий | Дуже високий |
| Органічна речовина                      | %              | Ox-Red               | 2,0                    |                        |         |          |         |              |
| Soil Solinity                           | мСм/см         | Cond                 | 0,4                    | Оптимальний            |         |          |         |              |
| pH ґрунту                               | од. pH         | H <sub>2</sub> O 1:1 | 6,9                    |                        |         |          |         |              |
| pH сольовий (KCl)                       | од. pH         |                      | 6,3                    | Близька до нейтральної |         |          |         |              |
| pH буферний                             | од. pH         | Sikora               |                        |                        |         |          |         |              |
| Азот легкогідроліз.                     | мг/кг          | Ionometric           | 81                     |                        |         |          |         |              |
| Калій (K)                               | мг/кг          | Чіріков              | 129                    |                        |         |          |         |              |
| Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | мг/кг          | Мачигін              | 171,9                  |                        |         |          |         |              |
| Калій (K)                               | мг/кг          | NH <sub>4</sub> Ac   | 429                    |                        |         |          |         |              |
| Кальцій (Ca)                            | мг/кг          | NH <sub>4</sub> Ac   | 3 436                  |                        |         |          |         |              |
| Магній (Mg)                             | мг/кг          | NH <sub>4</sub> Ac   | 139                    |                        |         |          |         |              |
| Натрій (Na)                             | мг/кг          | NH <sub>4</sub> Ac   | 21                     |                        |         |          |         |              |
| Сірка (S)                               | мг/кг          | P 500ppm             | 8,5                    |                        |         |          |         |              |
| Цинк (Zn)                               | мг/кг          | DTPA                 | 0,33                   |                        |         |          |         |              |
| Залізо (Fe)                             | мг/кг          | DTPA                 | 16,6                   |                        |         |          |         |              |
| Марганець (Mn)                          | мг/кг          | DTPA                 | 2,3                    |                        |         |          |         |              |
| Мідь (Cu)                               | мг/кг          | DTPA                 | 0,54                   |                        |         |          |         |              |
| Бор (B)                                 | мг/кг          | Hot water            | 0,57                   |                        |         |          |         |              |
| Ємність катіонного обміну (CEC)         | мг-екв/100 г   |                      | 19,5                   |                        |         |          |         |              |
| Насиченість основами (BS)               | %              |                      | 92                     |                        |         |          |         |              |
| Калій (K)                               | %              |                      | 5,6                    |                        |         |          |         |              |
| Магній (Mg)                             | %              |                      | 5,9                    |                        |         |          |         |              |
| Кальцій (Ca)                            | %              |                      | 88,0                   |                        |         |          |         |              |
| Водень (H)                              | %              |                      | 0,0                    |                        |         |          |         |              |
| Натрій (Na)                             | %              |                      | 0,5                    |                        |         |          |         |              |
| Солонцюватість ґрунту                   | %              |                      | 0,47                   | Не солонцюваті         |         |          |         |              |

Директор Центру сучасних досліджень ґрунту ТОВ "СІЕЙТІ"



Руслан КЛИМЕНКО

**Основні розрахункові гідротермічні режимні параметри за період досліджень, 2022–2025 рр.**

| Рік  | Місяць | Гідротермічні параметри вегетації* |                |        |                |
|------|--------|------------------------------------|----------------|--------|----------------|
|      |        | ГТК                                | I <sub>п</sub> | Е, мм  | К <sub>з</sub> |
| 2022 | VII    | 0,939                              | 22,61          | 96,61  | 0,59           |
|      | VIII   | 1,759                              | 42,98          | 105,98 | 1,05           |
|      | IX     | 4,928                              | 97,67          | 70,11  | 2,58           |
|      | X      | 2,783                              | 51,41          | 58,83  | 1,50           |
|      | XI     | –                                  | 28,69          | 30,67  | 1,31           |
|      | XII    | –                                  | 147,69         | 12,86  | 7,66           |
| 2023 | I      | –                                  | 53,55          | 12,46  | 3,44           |
|      | II     | –                                  | 57,71          | 23,02  | 2,19           |
|      | III    | –                                  | 45,56          | 47,91  | 1,26           |
|      | IV     | –                                  | 77,81          | 44,80  | 2,82           |
|      | V      | 0,470                              | 10,30          | 114,86 | 0,19           |
|      | VI     | 1,499                              | 35,98          | 112,85 | 0,80           |
|      | VII    | 1,409                              | 34,56          | 114,42 | 0,79           |
|      | VIII   | 1,242                              | 30,81          | 126,21 | 0,65           |
|      | IX     | 0,148                              | 3,36           | 84,01  | 0,09           |
|      | X      | 2,296                              | 43,79          | 57,39  | 1,35           |
|      | XI     | –                                  | 69,88          | 28,85  | 2,90           |
|      | XII    | –                                  | 90,12          | 17,24  | 4,85           |
| 2024 | I      | –                                  | 140,11         | 17,21  | 5,66           |
|      | II     | –                                  | 44,33          | 29,99  | 1,86           |
|      | III    | –                                  | 38,26          | 41,99  | 1,21           |
|      | IV     | 3,596                              | 70,65          | 66,31  | 1,95           |
|      | V      | 0,596                              | 13,18          | 116,73 | 0,24           |
|      | VI     | 1,660                              | 40,41          | 106,60 | 0,98           |
|      | VII    | 0,745                              | 19,32          | 158,45 | 0,36           |
|      | VIII   | 0,634                              | 16,14          | 160,60 | 0,29           |
|      | IX     | 0,952                              | 22,36          | 114,71 | 0,47           |
|      | X      | 1,843                              | 32,66          | 36,78  | 1,46           |
|      | XI     | –                                  | 70,64          | 23,67  | 3,11           |
|      | XII    | –                                  | 88,20          | 12,38  | 6,27           |
| 2025 | I      | –                                  | 23,06          | 15,02  | 1,54           |
|      | II     | –                                  | 36,00          | 16,06  | 1,18           |
|      | III    | –                                  | 31,10          | 52,18  | 0,86           |
|      | IV     | 0,979                              | 18,09          | 47,69  | 0,65           |
|      | V      | 7,415                              | 149,87         | 99,95  | 2,85           |
|      | VI     | 0,371                              | 8,82           | 109,79 | 0,20           |
|      | VII    | 2,650                              | 65,33          | 116,31 | 1,49           |

\*ГТК – гідротермічний коефіцієнт; I<sub>п</sub> – індекс посушливості; К<sub>з</sub> – коефіцієнт зволоження; Е – випаровуваність. Для оцінки параметрів індикаторне групування:

– для ГТК [220]: > 1,6 – надмірне зволоження; 1,3–1,6 – вологі умови; 1,0–1,3 – помірно сухі умови; 0,7–1,0 – сухі умови; 0,4–0,7 – дуже сухі умови.

– для індексу посушливості (I<sub>п</sub>) [225] (тип клімату адаптовано за [228]): аридний (I<sub>п</sub> < 10); напіваридний (10 ≤ I<sub>п</sub> < 20); помірний (20 ≤ I<sub>п</sub> < 24); напіввологий (24 ≤ I<sub>п</sub> < 28); вологий (28 ≤ I<sub>п</sub> < 35); дуже вологий (35 ≤ I<sub>п</sub> ≤ 55); надзвичайно вологий (I<sub>п</sub> > 55).

– для коефіцієнта зволоження (К<sub>з</sub>) [220]: > 1,0 – надмірне зволоження; близьке до 1 – оптимальне зволоження; 1,0–0,6 – нестійке зволоження; 0,6–0,3 – недостатнє зволоження.



## Додаток Б.3



**Обстеження стану посівів гібриду ріпаку озимого Абсолют перед входженням у зиму (ліва позиція фото) та після відновлення вегетації (права позиція фото), вегетаційний період 2022/2023 рр.**

## Додаток Б. 4



**Проведення обліків густоти стояння на основних морфо метричних показників рослин гібридів озимого ріпаку у польових умовах, 2022–2024 рр.**



## Загальна шкала феностадійного розвитку ріпаку озимого

## Додаток В.1

Шкала ВВСН розвитку ріпаку озимого  
(адаптована до міжнародної практики)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  BBCH 00<br> BBCH 12<br> BBCH 16<br> BBCH 30<br> BBCH 50<br> BBCH 59 |  BBCH 10<br> BBCH 14<br> BBCH 18<br> BBCH 39<br> BBCH 55 | <p><b>Фаза 0: проростання</b></p> <p>00 Сухе насіння<br/> 01 Початок набрякання насіння<br/> 03 Закінчення набрякання насіння<br/> 05 Вихід зародкового корінця з насіння<br/> 07 Гілокотиль і сім'ядолі пробивають насіннєву оболонку<br/> 08 Гілокотиль і сім'ядолі ростуть до поверхні ґрунту<br/> 09 Сходи: сім'ядолі пробивають поверхню ґрунту</p> <p><b>Фаза 1: розвиток розетки листя (головний пагінь)</b></p> <p>10 Сім'ядолі повністю розкриті<br/> 11 1-й справжній листок розкритий<br/> 12 2-й справжній листок розкритий<br/> 13 3-й справжній листок розкритий тощо<br/> 19 9-й і наступні справжні листки розкриті (точка росту не диференційована)</p> <p><b>Фаза 2: розвиток бічних пагонів</b></p> <p>20 Бічні пагони відсутні<br/> 21 Початок розвитку бічних пагонів, видно перший бічний пагінь<br/> 22 Видно другий бічний пагінь<br/> 23 Видно третій бічний пагінь тощо<br/> 29 Видно дев'ятий і наступні бічні пагони</p> <p><b>Фаза 3: ріст у висоту головного стебла</b></p> <p>30 Початок росту стебла<br/> 31 Видно 1-й листок на стеблі<br/> 32 Видно 2-й листок на стеблі<br/> 33 Видно 3-й листок на стеблі тощо<br/> 39 Видно дев'ятий і більше листків</p> <p><b>Фаза 4</b></p> <p><b>Фаза 5: бутонізація (головний пагінь)</b></p> <p>50 З'являється первинний квітконос, він ще щільно прикритий верхніми листками<br/> 51 Квітконос головного пагона видно згорі серед верхніх листків<br/> 52 Квітконос на тій самій висоті, що й верхні листки<br/> 53 Квітконос піднімається над верхніми листками<br/> 55 Видно бутони первинного квітконоса (квітки закриті)<br/> 57 Видно бутони (закриті квітки) вторинних квітконосів<br/> 59 Видно перші пелюстки, але квітки ще закриті</p>                                                                                                                                                                                                  |
|  BBCH 61<br> BBCH 65<br> BBCH 79                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  BBCH 61<br> BBCH 65<br> BBCH 69                                                                                                                                                                                     | <p><b>Фаза 6: Цвітіння (головний пагінь)</b></p> <p>60 Перші квітки розкрилися<br/> 61 На головному пагоні близько 10% квіток, що розкрилися, центральний квітконос видовжений<br/> 62 На головному пагоні близько 20% квіток, що розкрилися<br/> 63 На головному пагоні близько 30% квіток, що розкрилися<br/> 64 На головному пагоні близько 40% квіток, що розкрилися<br/> 65 Повне цвітіння: на головному пагоні близько 50% квіток, що розкрилися, перші пелюстки опадають<br/> 67 Цвітіння завершується: більшість пелюсток опала<br/> 69 Кінець цвітіння</p> <p><b>Фаза 7: утворення стручків</b></p> <p>71 Близько 10% стручків досягли сортотипового розміру<br/> 72 Близько 20% стручків досягли сортотипового розміру<br/> 73 Близько 30% стручків досягли сортотипового розміру<br/> 74 Близько 40% стручків досягли сортотипового розміру<br/> 75 Близько 50% стручків досягли сортотипового розміру<br/> 76 Близько 60% стручків досягли сортотипового розміру<br/> 77 Близько 70% стручків досягли сортотипового розміру<br/> 78 Близько 80% стручків досягли сортотипового розміру<br/> 79 Майже всі стручки досягли сортотипового розміру</p> <p><b>Фаза 8: дозрівання стручків і насіння</b></p> <p>80 Початок дозрівання: насіння зелене<br/> 81 Близько 10% стручків дозріли, насіння чорне і тверде<br/> 82 Близько 20% стручків дозріли, насіння чорне і тверде<br/> 83 Близько 30% стручків дозріли, насіння чорне і тверде<br/> 84 Близько 40% стручків дозріли, насіння чорне і тверде<br/> 85 Близько 50% стручків дозріли, насіння чорне і тверде<br/> 86 Близько 60% стручків дозріли, насіння чорне і тверде<br/> 87 Близько 70% стручків дозріли, насіння чорне і тверде<br/> 88 Близько 80% стручків дозріли, насіння чорне і тверде<br/> 89 Повна стиглість: майже все насіння рослини чорне і тверде</p> <p><b>Фаза 9: відмирання</b></p> <p>97 Рослина відмерла<br/> 99 Зібраний урожай</p> |

## Повна шкала ввсн (ВВСН) ріпаку озимого (українська адаптація)

### 0 — Проростання

- 00 — сухе насіння
- 01 — набухання насіння
- 03 — проростання: поява корінця
- 05 — поява проростка
- 07 — проросток пробиває ґрунт
- 09 — поява сім'ядолей над поверхнею ґрунту

### 1 — Листки (формування листкової розетки)

- 10 — 1-й справжній листок
- 11 — 1 листок розгорнутий
- 12 — 2 листки
- 13 — 3 листки
- 14 — 4 листки
- 15 — 5 листків
- 16 — 6 листків
- 17 — 7 листків
- 18 — 8 листків
- 19 — 9 і більше листків (максимальна розетка, підготовка до зими)

У ріпаку озимого ця фаза → **завершення осінньої вегетації та вхід у зиму.**

### 2 — Відновлення вегетації (після зими):

- 20 — початок відновлення вегетації
- 21 — з'являється 1 новий весняний листок
- 22–29 — формування нових листків

### 3 — Стеблування

- 30 — стебло починає видовжуватися
- 31 — 1 видиме міжвузля
- 32 — 2 міжвузля
- 33 — 3 міжвузля
- 34 — 4 міжвузля
- 35 — 5 міжвузлів
- 36 — 6 міжвузлів
- 37 — бокові пагони помітні
- 38 — сильний ріст стебла
- 39 — повне видовження стебла

### 5 — Бутонізація (розвиток суцвіть)

- 50 — початок формування суцвіття
- 51 — перший зелений бутон видно
- 52 — бутони починають підійматися над верхівковими листками

- 53 — бутони виразно видимі, але закриті
- 55 — суцвіття видовжене
- 57 — поодинокі бутони жовтіють, але не відкриті
- 59 — бутони набувають жовтого кольору (перед цвітінням)

### 6 — Цвітіння

- 60 — поява перших квіток
- 61 — 10% квіток розкриті
- 62 — 20%
- 63 — 30%
- 64 — 40%
- 65 — **повне цвітіння** (пік, ~50% квіток розкрито одночасно)
- 67 — цвітіння спадає
- 69 — цвітіння завершене, пелюстки осипалися

### 7 — Формування та ріст стручків

- 70 — перші зелені стручки сформовані
- 71 — насіння водянисте
- 72 — насіння зелене, початок накопичення олії
- 73 — насіння збільшується в розмірі
- 74 — насіння починає жовтіти
- 75 — середина фази наливу
- 76 — насіння стає твердішим
- 77 — насіння майже сформоване
- 78 — стручки починають світлішати
- 79 — максимальна маса сухої речовини

### 8 — Дозрівання

- 80 — початок дозрівання
- 81 — насіння коричневе в окремих стручках
- 82 — 20% стручків жовті
- 83 — 30% стручків жовті
- 85 — насіння темно-коричнєве / чорне
- 87 — стручки сухі, легко тріскаються
- 89 — **повна стиглість**, збирання

### 9 — Після дозрівання

- 97 — засохлі рослини на полі
- 99 — повне відмирання рослин після збору

## Додаток Г

Підсумкові результати дисперсійного аналізу формування феностадійного розвитку гібридів ріпаку озимого залежно від вивчаємих варіантів досліду

## Додаток Г. 1

Тривалість міжфазного періоду сходи–розетка у гібриду Домінатор залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів

(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 712,17            | 2                      | 356,09           | 345,96                                | 2,70                 | 0,179 | 0,35              |
| B                                                                 | 201,33            | 1                      | 201,33           | 195,61                                | 3,09                 | 0,146 | 0,29              |
| C                                                                 | 1428,00           | 1                      | 1428,00          | 1387,41                               | 3,94                 | 0,146 | 0,29              |
| D                                                                 | 22,00             | 3                      | 7,33             | 7,12                                  | 2,70                 | 0,207 | 0,41              |
| AB                                                                | 8,17              | 2                      | 4,08             | 3,97                                  | 3,09                 | 0,254 | 0,50              |
| AC                                                                | 1,50              | 2                      | 0,75             | 0,73                                  | 3,09                 | 0,254 | 0,50              |
| AD                                                                | 0,50              | 6                      | 0,08             | 0,08                                  | 3,09                 | 0,359 | 0,70              |
| BC                                                                | 48,00             | 1                      | 48,00            | 46,64                                 | 2,19                 | 0,207 | 0,41              |
| BD                                                                | 2,00              | 3                      | 0,67             | 0,65                                  | 3,94                 | 0,293 | 0,57              |
| CD                                                                | 2,00              | 3                      | 0,67             | 0,65                                  | 2,70                 | 0,293 | 0,57              |
| ABC                                                               | 1,50              | 2                      | 0,75             | 0,73                                  | 2,70                 | 0,359 | 0,70              |
| ABD                                                               | 0,50              | 6                      | 0,08             | 0,08                                  | 3,09                 | 0,507 | 0,99              |
| ACD                                                               | 0,50              | 6                      | 0,08             | 0,08                                  | 2,19                 | 0,507 | 0,99              |
| BCD                                                               | 14,00             | 3                      | 4,67             | 4,53                                  | 2,19                 | 0,414 | 0,81              |
| ABCD                                                              | 0,50              | 6                      | 0,08             | 0,08                                  | 2,70                 | 0,717 | 1,41              |
| Залишок                                                           | 145,12            | 141                    | 1,03             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 2

Тривалість міжфазного періоду розетка–стеблуння у гібриду Домінатор залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів

(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 504,67            | 2                      | 252,34           | 451,56                                | 2,70                 | 0,132 | 0,26              |
| B                                                                 | 450,33            | 1                      | 450,33           | 805,88                                | 3,09                 | 0,108 | 0,21              |
| C                                                                 | 208,33            | 1                      | 208,33           | 372,81                                | 3,94                 | 0,108 | 0,21              |
| D                                                                 | 49,33             | 3                      | 16,44            | 29,43                                 | 2,70                 | 0,153 | 0,30              |
| AB                                                                | 30,67             | 2                      | 15,34            | 27,44                                 | 3,09                 | 0,187 | 0,37              |
| AC                                                                | 40,67             | 2                      | 20,34            | 36,39                                 | 3,09                 | 0,187 | 0,37              |
| AD                                                                | 4,67              | 6                      | 0,78             | 1,39                                  | 3,09                 | 0,264 | 0,52              |
| BC                                                                | 88,33             | 1                      | 88,33            | 158,07                                | 2,19                 | 0,153 | 0,30              |
| BD                                                                | 4,33              | 3                      | 1,44             | 2,58                                  | 3,94                 | 0,216 | 0,42              |
| CD                                                                | 4,33              | 3                      | 1,44             | 2,58                                  | 2,70                 | 0,216 | 0,42              |
| ABC                                                               | 20,67             | 2                      | 10,34            | 18,49                                 | 2,70                 | 0,264 | 0,52              |
| ABD                                                               | 4,67              | 6                      | 0,78             | 1,39                                  | 3,09                 | 0,374 | 0,73              |
| ACD                                                               | 4,67              | 6                      | 0,78             | 1,39                                  | 2,19                 | 0,374 | 0,73              |
| BCD                                                               | 20,33             | 3                      | 6,78             | 12,13                                 | 2,19                 | 0,305 | 0,60              |
| ABCD                                                              | 18,67             | 6                      | 3,11             | 5,57                                  | 2,70                 | 0,529 | 1,04              |
| Залишок                                                           | 78,79             | 141                    | 0,56             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |



## Додаток Г. 3

**Тривалість міжфазного періоду стеблуння–бутонізація у гібриду Домінатор залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2012-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0,5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 254,67            | 2                      | 127,34           | 1602,34                               | 2,70                 | 0,050 | 0,10              |
| B                                                                 | 168,00            | 1                      | 168,00           | 2114,06                               | 3,09                 | 0,041 | 0,08              |
| C                                                                 | 168,96            | 1                      | 168,96           | 2126,14                               | 3,94                 | 0,041 | 0,08              |
| D                                                                 | 102,75            | 3                      | 34,25            | 430,99                                | 2,70                 | 0,058 | 0,11              |
| AB                                                                | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,070 | 0,14              |
| AC                                                                | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,070 | 0,14              |
| AD                                                                | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,100 | 0,20              |
| BC                                                                | 18,96             | 1                      | 18,96            | 238,59                                | 2,19                 | 0,058 | 0,11              |
| BD                                                                | 24,51             | 3                      | 8,17             | 102,81                                | 3,94                 | 0,081 | 0,16              |
| CD                                                                | 32,14             | 3                      | 10,71            | 134,81                                | 2,70                 | 0,081 | 0,16              |
| ABC                                                               | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,70                 | 0,100 | 0,20              |
| ABD                                                               | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,141 | 0,28              |
| ACD                                                               | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,19                 | 0,141 | 0,28              |
| BCD                                                               | 22,17             | 3                      | 7,39             | 92,99                                 | 2,19                 | 0,115 | 0,23              |
| ABCD                                                              | 14,51             | 6                      | 2,42             | 30,43                                 | 2,70                 | 0,199 | 0,39              |
| Залишок                                                           |                   | 141                    | 0,08             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 4

**Тривалість міжфазного періоду бутонізація–цвітіння у гібриду Домінатор залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2012-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0,5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 454,67            | 2                      | 227,34           | 636,94                                | 2,70                 | 0,106 | 0,21              |
| B                                                                 | 68,75             | 1                      | 68,75            | 192,62                                | 3,09                 | 0,086 | 0,17              |
| C                                                                 | 270,75            | 1                      | 270,75           | 758,58                                | 3,94                 | 0,086 | 0,17              |
| D                                                                 | 184,25            | 3                      | 61,42            | 172,08                                | 2,70                 | 0,122 | 0,24              |
| AB                                                                | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,149 | 0,29              |
| AC                                                                | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,149 | 0,29              |
| AD                                                                | 20,36             | 6                      | 3,39             | 9,51                                  | 3,09                 | 0,211 | 0,41              |
| BC                                                                | 21,75             | 1                      | 21,75            | 60,94                                 | 2,19                 | 0,122 | 0,24              |
| BD                                                                | 18,25             | 3                      | 6,08             | 17,04                                 | 3,94                 | 0,172 | 0,34              |
| CD                                                                | 20,25             | 3                      | 6,75             | 18,91                                 | 2,70                 | 0,172 | 0,34              |
| ABC                                                               | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,70                 | 0,211 | 0,41              |
| ABD                                                               | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,299 | 0,59              |
| ACD                                                               | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,19                 | 0,299 | 0,59              |
| BCD                                                               | 19,25             | 3                      | 6,42             | 17,98                                 | 2,19                 | 0,244 | 0,48              |
| ABCD                                                              | 15,77             | 6                      | 2,63             | 7,36                                  | 2,70                 | 0,422 | 0,83              |
| Залишок                                                           | 50,32             | 141                    | 0,36             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 5

**Тривалість міжфазного періоду цвітіння–дозрівання у гібриду Домінатор залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2012-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 766,17            | 2                      | 383,09           | 761,12                                | 2,70                 | 0,125 | 0,25              |
| B                                                                 | 121,33            | 1                      | 121,33           | 241,06                                | 3,09                 | 0,102 | 0,20              |
| C                                                                 | 430,33            | 1                      | 430,33           | 854,99                                | 3,94                 | 0,102 | 0,20              |
| D                                                                 | 323,33            | 3                      | 107,78           | 214,13                                | 2,70                 | 0,145 | 0,28              |
| AB                                                                | 0,17              | 2                      | 0,08             | 0,17                                  | 3,09                 | 0,177 | 0,35              |
| AC                                                                | 0,17              | 2                      | 0,08             | 0,17                                  | 3,09                 | 0,177 | 0,35              |
| AD                                                                | 1,17              | 6                      | 0,19             | 0,39                                  | 3,09                 | 0,251 | 0,49              |
| BC                                                                | 0,33              | 1                      | 0,33             | 0,66                                  | 2,19                 | 0,145 | 0,28              |
| BD                                                                | 23,33             | 3                      | 7,78             | 15,45                                 | 3,94                 | 0,205 | 0,40              |
| CD                                                                | 44,33             | 3                      | 14,78            | 29,36                                 | 2,70                 | 0,205 | 0,40              |
| ABC                                                               | 0,17              | 2                      | 0,08             | 0,17                                  | 2,70                 | 0,251 | 0,49              |
| ABD                                                               | 1,17              | 6                      | 0,19             | 0,39                                  | 3,09                 | 0,355 | 0,70              |
| ACD                                                               | 1,17              | 6                      | 0,19             | 0,39                                  | 2,19                 | 0,355 | 0,70              |
| BCD                                                               | 19,39             | 3                      | 6,46             | 12,84                                 | 2,19                 | 0,290 | 0,57              |
| ABCD                                                              | 1,11              | 6                      | 0,19             | 0,37                                  | 2,70                 | 0,502 | 0,98              |
| Залишок                                                           | 70,97             | 141                    | 0,50             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 6

**Тривалість вегетаційного періоду (без періоду перезимівлі) у гібриду Домінатор залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2012-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1395,64           | 2                      | 697,82           | 1634,01                               | 2,70                 | 0,116 | 0,23              |
| B                                                                 | 659,38            | 1                      | 659,38           | 1544,00                               | 3,09                 | 0,094 | 0,18              |
| C                                                                 | 866,88            | 1                      | 866,88           | 2029,88                               | 3,94                 | 0,094 | 0,18              |
| D                                                                 | 453,97            | 3                      | 151,32           | 354,34                                | 2,70                 | 0,133 | 0,26              |
| AB                                                                | 6,64              | 2                      | 3,32             | 7,77                                  | 3,09                 | 0,163 | 0,32              |
| AC                                                                | 0,39              | 2                      | 0,19             | 0,45                                  | 3,09                 | 0,163 | 0,32              |
| AD                                                                | 3,57              | 6                      | 0,60             | 1,39                                  | 3,09                 | 0,231 | 0,45              |
| BC                                                                | 105,88            | 1                      | 105,88           | 247,93                                | 2,19                 | 0,133 | 0,26              |
| BD                                                                | 92,49             | 3                      | 30,83            | 72,19                                 | 3,94                 | 0,189 | 0,37              |
| CD                                                                | 148,31            | 3                      | 49,44            | 115,76                                | 2,70                 | 0,189 | 0,37              |
| ABC                                                               | 3,39              | 2                      | 1,69             | 3,96                                  | 2,70                 | 0,231 | 0,45              |
| ABD                                                               | 24,57             | 6                      | 4,10             | 9,59                                  | 3,09                 | 0,327 | 0,64              |
| ACD                                                               | 3,49              | 6                      | 0,58             | 1,36                                  | 2,19                 | 0,327 | 0,64              |
| BCD                                                               | 74,31             | 3                      | 24,77            | 58,00                                 | 2,19                 | 0,267 | 0,52              |
| ABCD                                                              | 24,49             | 6                      | 4,08             | 9,56                                  | 2,70                 | 0,462 | 0,91              |
| Залишок                                                           | 60,22             | 141                    | 0,43             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 7

**Тривалість міжфазного періоду сходи–розетка у гібриду Абсолют залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1188,17           | 2                      | 594,08           | 479,46                                | 2,70                 | 0,197 | 0,39              |
| B                                                                 | 161,33            | 1                      | 161,33           | 130,21                                | 3,09                 | 0,161 | 0,31              |
| C                                                                 | 1633,33           | 1                      | 1633,33          | 1318,20                               | 3,94                 | 0,161 | 0,31              |
| D                                                                 | 8,00              | 3                      | 2,67             | 2,15                                  | 2,70                 | 0,227 | 0,45              |
| AB                                                                | 28,17             | 2                      | 14,08            | 11,37                                 | 3,09                 | 0,278 | 0,55              |
| AC                                                                | 0,17              | 2                      | 0,08             | 0,07                                  | 3,09                 | 0,278 | 0,55              |
| AD                                                                | 0,50              | 6                      | 0,08             | 0,07                                  | 3,09                 | 0,394 | 0,77              |
| BC                                                                | 21,33             | 1                      | 21,33            | 17,22                                 | 2,19                 | 0,227 | 0,45              |
| BD                                                                | 8,00              | 3                      | 2,67             | 2,15                                  | 3,94                 | 0,321 | 0,63              |
| CD                                                                | 8,00              | 3                      | 2,67             | 2,15                                  | 2,70                 | 0,321 | 0,63              |
| ABC                                                               | 0,17              | 2                      | 0,08             | 0,07                                  | 2,70                 | 0,394 | 0,77              |
| ABD                                                               | 0,50              | 6                      | 0,08             | 0,07                                  | 3,09                 | 0,557 | 1,09              |
| ACD                                                               | 0,50              | 6                      | 0,08             | 0,07                                  | 2,19                 | 0,557 | 1,09              |
| BCD                                                               | 28,00             | 3                      | 9,33             | 7,53                                  | 2,19                 | 0,454 | 0,89              |
| ABCD                                                              | 0,50              | 6                      | 0,08             | 0,07                                  | 2,70                 | 0,787 | 1,54              |
| Залишок                                                           | 174,71            | 141                    | 1,24             | 1                                     | 1,00                 |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 8

**Тривалість міжфазного періоду розетка–стеблування у гібриду Абсолют залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 612,25            | 2                      | 306,13           | 1438,23                               | 2,70                 | 0,082 | 0,16              |
| B                                                                 | 542,52            | 1                      | 542,52           | 2548,85                               | 3,09                 | 0,067 | 0,13              |
| C                                                                 | 305,00            | 1                      | 305,00           | 1432,94                               | 3,94                 | 0,067 | 0,13              |
| D                                                                 | 80,00             | 3                      | 26,67            | 125,28                                | 2,70                 | 0,094 | 0,18              |
| AB                                                                | 28,96             | 2                      | 14,48            | 68,03                                 | 3,09                 | 0,115 | 0,23              |
| AC                                                                | 25,34             | 2                      | 12,67            | 59,53                                 | 3,09                 | 0,115 | 0,23              |
| AD                                                                | 11,21             | 6                      | 1,87             | 8,78                                  | 3,09                 | 0,163 | 0,32              |
| BC                                                                | 30,96             | 1                      | 30,96            | 145,46                                | 2,19                 | 0,094 | 0,18              |
| BD                                                                | 20,21             | 3                      | 6,74             | 31,65                                 | 3,94                 | 0,133 | 0,26              |
| CD                                                                | 23,21             | 3                      | 7,74             | 36,35                                 | 2,70                 | 0,133 | 0,26              |
| ABC                                                               | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,70                 | 0,163 | 0,32              |
| ABD                                                               | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,231 | 0,45              |
| ACD                                                               | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,19                 | 0,231 | 0,45              |
| BCD                                                               | 16,35             | 3                      | 5,45             | 25,61                                 | 2,19                 | 0,188 | 0,37              |
| ABCD                                                              | 24,52             | 6                      | 4,09             | 19,20                                 | 2,70                 | 0,326 | 0,64              |
| Залишок                                                           | 30,01             | 141                    | 0,21             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 9

**Тривалість міжфазного періоду стеблуння–бутонізація у гібриду Абсолют залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2012-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 254,57            | 2                      | 127,29           | 766,54                                | 2,70                 | 0,072 | 0,14              |
| B                                                                 | 148,00            | 1                      | 148,00           | 891,29                                | 3,09                 | 0,059 | 0,12              |
| C                                                                 | 167,00            | 1                      | 167,00           | 1005,71                               | 3,94                 | 0,059 | 0,12              |
| D                                                                 | 117,00            | 3                      | 39,00            | 234,87                                | 2,70                 | 0,083 | 0,16              |
| AB                                                                | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,102 | 0,20              |
| AC                                                                | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,102 | 0,20              |
| AD                                                                | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,144 | 0,28              |
| BC                                                                | 38,56             | 1                      | 38,56            | 232,22                                | 2,19                 | 0,083 | 0,16              |
| BD                                                                | 20,13             | 3                      | 6,71             | 40,41                                 | 3,94                 | 0,118 | 0,23              |
| CD                                                                | 23,54             | 3                      | 7,85             | 47,25                                 | 2,70                 | 0,118 | 0,23              |
| ABC                                                               | 0,00              | 2                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,70                 | 0,144 | 0,28              |
| ABD                                                               | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 3,09                 | 0,204 | 0,40              |
| ACD                                                               | 0,00              | 6                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,19                 | 0,204 | 0,40              |
| BCD                                                               | 16,89             | 3                      | 5,63             | 33,91                                 | 2,19                 | 0,166 | 0,33              |
| ABCD                                                              | 11,23             | 6                      | 1,87             | 11,27                                 | 2,70                 | 0,288 | 0,56              |
| Залишок                                                           | 23,41             | 141                    | 0,17             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 10

**Тривалість міжфазного періоду бутонізація–цвітіння у гібриду Абсолют залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2012-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 466,50            | 2                      | 233,25           | 806,41                                | 2,70                 | 0,095 | 0,19              |
| B                                                                 | 100,33            | 1                      | 100,33           | 346,87                                | 3,09                 | 0,078 | 0,15              |
| C                                                                 | 325,33            | 1                      | 325,33           | 1124,76                               | 3,94                 | 0,078 | 0,15              |
| D                                                                 | 191,67            | 3                      | 63,89            | 220,89                                | 2,70                 | 0,110 | 0,22              |
| AB                                                                | 1,17              | 2                      | 0,58             | 2,02                                  | 3,09                 | 0,134 | 0,26              |
| AC                                                                | 8,17              | 2                      | 4,08             | 14,12                                 | 3,09                 | 0,134 | 0,26              |
| AD                                                                | 8,83              | 6                      | 1,47             | 5,09                                  | 3,09                 | 0,190 | 0,37              |
| BC                                                                | 25,33             | 1                      | 25,33            | 87,57                                 | 2,19                 | 0,110 | 0,22              |
| BD                                                                | 65,67             | 3                      | 21,89            | 75,68                                 | 3,94                 | 0,155 | 0,30              |
| CD                                                                | 70,67             | 3                      | 23,56            | 81,44                                 | 2,70                 | 0,155 | 0,30              |
| ABC                                                               | 8,17              | 2                      | 4,08             | 14,12                                 | 2,70                 | 0,190 | 0,37              |
| ABD                                                               | 8,83              | 6                      | 1,47             | 5,09                                  | 3,09                 | 0,269 | 0,53              |
| ACD                                                               | 17,83             | 6                      | 2,97             | 10,28                                 | 2,19                 | 0,269 | 0,53              |
| BCD                                                               | 26,97             | 3                      | 8,99             | 31,08                                 | 2,19                 | 0,220 | 0,43              |
| ABCD                                                              | 37,83             | 6                      | 6,31             | 21,80                                 | 2,70                 | 0,380 | 0,75              |
| Залишок                                                           | 40,78             | 141                    | 0,29             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 11

**Тривалість міжфазного періоду цвітіння–дозрівання у гібриду Абсолют залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2012-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 493,90            | 2                      | 246,95           | 1007,38                               | 2,70                 | 0,088 | 0,17              |
| B                                                                 | 74,08             | 1                      | 74,08            | 302,19                                | 3,09                 | 0,071 | 0,14              |
| C                                                                 | 300,08            | 1                      | 300,08           | 1224,11                               | 3,94                 | 0,071 | 0,14              |
| D                                                                 | 266,25            | 3                      | 88,75            | 362,04                                | 2,70                 | 0,101 | 0,20              |
| AB                                                                | 12,17             | 2                      | 6,08             | 24,82                                 | 3,09                 | 0,124 | 0,24              |
| AC                                                                | 12,17             | 2                      | 6,08             | 24,82                                 | 3,09                 | 0,124 | 0,24              |
| AD                                                                | 4,50              | 6                      | 0,75             | 3,06                                  | 3,09                 | 0,175 | 0,34              |
| BC                                                                | 0,08              | 1                      | 0,08             | 0,34                                  | 2,19                 | 0,101 | 0,20              |
| BD                                                                | 14,25             | 3                      | 4,75             | 19,38                                 | 3,94                 | 0,143 | 0,28              |
| CD                                                                | 62,25             | 3                      | 20,75            | 84,64                                 | 2,70                 | 0,143 | 0,28              |
| ABC                                                               | 8,17              | 2                      | 4,08             | 16,66                                 | 2,70                 | 0,175 | 0,34              |
| ABD                                                               | 4,50              | 6                      | 0,75             | 3,06                                  | 3,09                 | 0,248 | 0,49              |
| ACD                                                               | 4,50              | 6                      | 0,75             | 3,06                                  | 2,19                 | 0,248 | 0,49              |
| BCD                                                               | 42,25             | 3                      | 14,08            | 57,45                                 | 2,19                 | 0,202 | 0,40              |
| ABCD                                                              | 24,50             | 6                      | 4,08             | 16,66                                 | 2,70                 | 0,350 | 0,69              |
| Залишок                                                           | 34,56             | 141                    | 0,25             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Г. 12

**Тривалість вегетаційного періоду (без періоду перезимівлі) у гібриду Абсолют залежно від комплексного поєднання варіантів основного блоку удобрення, рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом та мікроелементів (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2012-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1196,17           | 2                      | 598,09           | 1851,98                               | 2,70                 | 0,100 | 0,20              |
| B                                                                 | 500,75            | 1                      | 500,75           | 1550,58                               | 3,09                 | 0,082 | 0,16              |
| C                                                                 | 546,75            | 1                      | 546,75           | 1693,02                               | 3,94                 | 0,082 | 0,16              |
| D                                                                 | 524,92            | 3                      | 174,97           | 541,81                                | 2,70                 | 0,116 | 0,23              |
| AB                                                                | 13,50             | 2                      | 6,75             | 20,90                                 | 3,09                 | 0,142 | 0,28              |
| AC                                                                | 0,50              | 2                      | 0,25             | 0,77                                  | 3,09                 | 0,142 | 0,28              |
| AD                                                                | 7,83              | 6                      | 1,31             | 4,04                                  | 3,09                 | 0,201 | 0,39              |
| BC                                                                | 2,08              | 1                      | 2,08             | 6,45                                  | 2,19                 | 0,116 | 0,23              |
| BD                                                                | 110,92            | 3                      | 36,97            | 114,49                                | 3,94                 | 0,164 | 0,32              |
| CD                                                                | 68,91             | 3                      | 22,97            | 71,13                                 | 2,70                 | 0,164 | 0,32              |
| ABC                                                               | 5,17              | 2                      | 2,58             | 8,00                                  | 2,70                 | 0,201 | 0,39              |
| ABD                                                               | 19,83             | 6                      | 3,31             | 10,24                                 | 3,09                 | 0,284 | 0,56              |
| ACD                                                               | 24,83             | 6                      | 4,14             | 12,82                                 | 2,19                 | 0,284 | 0,56              |
| BCD                                                               | 64,92             | 3                      | 21,64            | 67,01                                 | 2,19                 | 0,232 | 0,45              |
| ABCD                                                              | 18,83             | 6                      | 3,14             | 9,72                                  | 2,70                 | 0,402 | 0,79              |
| Залишок                                                           | 45,53             | 141                    | 0,32             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Д

**Підсумкові результати дисперсійного аналізу оцінки морфологічного розвитку та густоти стояння рослин гібридів ріпаку озимого залежно від застосованих варіантів досліду в осінній період вегетації**

## Додаток Д. 1

**Густота стояння рослин після формування повних сходів  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                   | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$                                       | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                     | 357,02               | 2                            | 178,51              | 2572,33                                                          | 2,70                      | 0,066 | 0,13              |
| B                                     | 5,51                 | 1                            | 5,51                | 79,41                                                            | 3,09                      | 0,054 | 0,11              |
| C                                     | 125,01               | 1                            | 125,01              | 1801,40                                                          | 3,94                      | 0,054 | 0,11              |
| D                                     | 0,01                 | 1                            | 0,01                | 0,15                                                             | 2,70                      | 0,054 | 0,11              |
| AB                                    | 41,65                | 2                            | 20,82               | 300,06                                                           | 3,09                      | 0,093 | 0,18              |
| AC                                    | 7,90                 | 2                            | 3,95                | 56,89                                                            | 3,09                      | 0,093 | 0,18              |
| AD                                    | 1,90                 | 2                            | 0,95                | 13,66                                                            | 3,09                      | 0,093 | 0,18              |
| BC                                    | 32,19                | 1                            | 32,19               | 463,86                                                           | 2,19                      | 0,076 | 0,15              |
| BD                                    | 1,56                 | 1                            | 1,56                | 22,48                                                            | 3,94                      | 0,076 | 0,15              |
| CD                                    | 0,01                 | 1                            | 0,01                | 0,15                                                             | 2,70                      | 0,076 | 0,15              |
| ABC                                   | 17,89                | 2                            | 8,95                | 128,90                                                           | 2,70                      | 0,132 | 0,26              |
| ABD                                   | 12,44                | 2                            | 6,22                | 89,61                                                            | 3,09                      | 0,132 | 0,26              |
| ACD                                   | 7,77                 | 2                            | 3,89                | 55,99                                                            | 2,19                      | 0,132 | 0,26              |
| BCD                                   | 0,09                 | 1                            | 0,09                | 1,35                                                             | 2,19                      | 0,108 | 0,21              |
| ABCD                                  | 3,81                 | 2                            | 1,91                | 27,47                                                            | 2,70                      | 0,186 | 0,37              |
| Залишок                               | 4,79                 | 69                           | 0,07                |                                                                  |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                  |                      |                              |                     | B – гібрид                                                       |                           |       |                   |
| C – варіант основного блоку удобрення |                      |                              |                     | D – застосування рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                           |       |                   |

## Додаток Д. 2

**Діаметр кореневої шийки на період завершення осінньої вегетації  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                   | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$                                       | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                     | 1,54                 | 2                            | 0,77                | 1496,97                                                          | 2,70                      | 0,006 | 0,01              |
| B                                     | 0,36                 | 1                            | 0,36                | 700,17                                                           | 3,09                      | 0,005 | 0,01              |
| C                                     | 0,54                 | 1                            | 0,54                | 1049,82                                                          | 3,94                      | 0,005 | 0,01              |
| D                                     | 1,13                 | 1                            | 1,13                | 2196,85                                                          | 2,70                      | 0,005 | 0,01              |
| AB                                    | 0,00                 | 2                            | 0,00                | 1,85                                                             | 3,09                      | 0,008 | 0,02              |
| AC                                    | 0,00                 | 2                            | 0,00                | 0,87                                                             | 3,09                      | 0,008 | 0,02              |
| AD                                    | 0,03                 | 2                            | 0,02                | 32,37                                                            | 3,09                      | 0,008 | 0,02              |
| BC                                    | 0,00                 | 1                            | 0,00                | 2,62                                                             | 2,19                      | 0,007 | 0,01              |
| BD                                    | 0,09                 | 1                            | 0,09                | 174,97                                                           | 3,94                      | 0,007 | 0,01              |
| CD                                    | 0,11                 | 1                            | 0,11                | 213,85                                                           | 2,70                      | 0,007 | 0,01              |
| ABC                                   | 0,10                 | 2                            | 0,05                | 99,83                                                            | 2,70                      | 0,011 | 0,02              |
| ABD                                   | 0,02                 | 2                            | 0,01                | 20,51                                                            | 3,09                      | 0,011 | 0,02              |
| ACD                                   | 0,04                 | 2                            | 0,02                | 42,87                                                            | 2,19                      | 0,011 | 0,02              |
| BCD                                   | 0,00                 | 1                            | 0,00                | 7,29                                                             | 2,19                      | 0,009 | 0,02              |
| ABCD                                  | 0,03                 | 2                            | 0,01                | 25,18                                                            | 2,70                      | 0,016 | 0,03              |
| Залишок                               | 0,04                 | 69                           | 0,00                |                                                                  |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                  |                      |                              |                     | B – гібрид                                                       |                           |       |                   |
| C – варіант основного блоку удобрення |                      |                              |                     | D – застосування рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                           |       |                   |

## Додаток Д. 4

**Висота точки росту на рівнем ґрунту на період завершення осінньої вегетації  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                   | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$                                       | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | HP <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|------------------|
| A                                     | 1,02                 | 2                            | 0,51                | 65,32                                                            | 2,70                      | 0,022 | 0,04             |
| B                                     | 0,33                 | 1                            | 0,33                | 42,38                                                            | 3,09                      | 0,018 | 0,04             |
| C                                     | 0,85                 | 1                            | 0,85                | 109,15                                                           | 3,94                      | 0,018 | 0,04             |
| D                                     | 2,87                 | 1                            | 2,87                | 368,54                                                           | 2,70                      | 0,018 | 0,04             |
| AB                                    | 0,50                 | 2                            | 0,25                | 32,30                                                            | 3,09                      | 0,031 | 0,06             |
| AC                                    | 0,28                 | 2                            | 0,14                | 18,28                                                            | 3,09                      | 0,031 | 0,06             |
| AD                                    | 0,66                 | 2                            | 0,33                | 42,65                                                            | 3,09                      | 0,031 | 0,06             |
| BC                                    | 0,00                 | 1                            | 0,00                | 0,08                                                             | 2,19                      | 0,025 | 0,05             |
| BD                                    | 0,02                 | 1                            | 0,02                | 1,93                                                             | 3,94                      | 0,025 | 0,05             |
| CD                                    | 0,22                 | 1                            | 0,22                | 27,81                                                            | 2,70                      | 0,025 | 0,05             |
| ABC                                   | 0,28                 | 2                            | 0,14                | 17,96                                                            | 2,70                      | 0,044 | 0,09             |
| ABD                                   | 0,02                 | 2                            | 0,01                | 1,39                                                             | 3,09                      | 0,044 | 0,09             |
| ACD                                   | 0,01                 | 2                            | 0,00                | 0,60                                                             | 2,19                      | 0,044 | 0,09             |
| BCD                                   | 0,01                 | 1                            | 0,01                | 1,93                                                             | 2,19                      | 0,036 | 0,07             |
| ABCD                                  | 0,14                 | 2                            | 0,07                | 8,67                                                             | 2,70                      | 0,062 | 0,12             |
| Залишок                               | 0,54                 | 69                           | 0,01                |                                                                  |                           |       |                  |
| A – чинник умов року                  |                      |                              |                     | B – гібрид                                                       |                           |       |                  |
| C – варіант основного блоку удобрення |                      |                              |                     | D – застосування рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                           |       |                  |

## Додаток Д. 5

**Кількість листків на рослині на період завершення осінньої вегетації  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                   | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$                                       | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | HP <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|------------------|
| A                                     | 76,12                | 2                            | 0,51                | 65,32                                                            | 2,70                      | 0,022 | 0,04             |
| B                                     | 16,93                | 1                            | 0,33                | 42,38                                                            | 3,09                      | 0,018 | 0,04             |
| C                                     | 54,72                | 1                            | 0,85                | 109,15                                                           | 3,94                      | 0,018 | 0,04             |
| D                                     | 15,94                | 1                            | 2,87                | 368,54                                                           | 2,70                      | 0,018 | 0,04             |
| AB                                    | 1,32                 | 2                            | 0,25                | 32,30                                                            | 3,09                      | 0,031 | 0,06             |
| AC                                    | 4,76                 | 2                            | 0,14                | 18,28                                                            | 3,09                      | 0,031 | 0,06             |
| AD                                    | 0,77                 | 2                            | 0,33                | 42,65                                                            | 3,09                      | 0,031 | 0,06             |
| BC                                    | 0,05                 | 1                            | 0,00                | 0,08                                                             | 2,19                      | 0,025 | 0,05             |
| BD                                    | 0,29                 | 1                            | 0,02                | 1,93                                                             | 3,94                      | 0,025 | 0,05             |
| CD                                    | 0,41                 | 1                            | 0,22                | 27,81                                                            | 2,70                      | 0,025 | 0,05             |
| ABC                                   | 1,92                 | 2                            | 0,14                | 17,96                                                            | 2,70                      | 0,044 | 0,09             |
| ABD                                   | 0,24                 | 2                            | 0,01                | 1,39                                                             | 3,09                      | 0,044 | 0,09             |
| ACD                                   | 0,62                 | 2                            | 0,00                | 0,60                                                             | 2,19                      | 0,044 | 0,09             |
| BCD                                   | 0,01                 | 1                            | 0,01                | 1,93                                                             | 2,19                      | 0,036 | 0,07             |
| ABCD                                  | 0,52                 | 2                            | 0,07                | 8,67                                                             | 2,70                      | 0,062 | 0,12             |
| Залишок                               | 7,13                 | 69                           | 0,01                |                                                                  |                           |       |                  |
| A – чинник умов року                  |                      |                              |                     | B – гібрид                                                       |                           |       |                  |
| C – варіант основного блоку удобрення |                      |                              |                     | D – застосування рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                           |       |                  |

## Додаток Д. 6

**Довжина кореневої системи рослин в обліковому шарі ґрунту 0–30 см на період завершення осінньої вегетації (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                   | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$                                       | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                     | 200,05               | 2                            | 100,03              | 827,43                                                           | 2,70                      | 0,087 | 0,17              |
| B                                     | 48,91                | 1                            | 48,91               | 404,56                                                           | 3,09                      | 0,071 | 0,14              |
| C                                     | 95,37                | 1                            | 95,37               | 788,92                                                           | 3,94                      | 0,071 | 0,14              |
| D                                     | 149,28               | 1                            | 149,28              | 1234,88                                                          | 2,70                      | 0,071 | 0,14              |
| AB                                    | 33,44                | 2                            | 16,72               | 138,30                                                           | 3,09                      | 0,123 | 0,24              |
| AC                                    | 7,21                 | 2                            | 3,61                | 29,83                                                            | 3,09                      | 0,123 | 0,24              |
| AD                                    | 1,20                 | 2                            | 0,60                | 4,97                                                             | 3,09                      | 0,123 | 0,24              |
| BC                                    | 7,87                 | 1                            | 7,87                | 65,07                                                            | 2,19                      | 0,100 | 0,20              |
| BD                                    | 4,80                 | 1                            | 4,80                | 39,71                                                            | 3,94                      | 0,100 | 0,20              |
| CD                                    | 7,90                 | 1                            | 7,90                | 65,35                                                            | 2,70                      | 0,100 | 0,20              |
| ABC                                   | 3,97                 | 2                            | 1,98                | 16,42                                                            | 2,70                      | 0,174 | 0,34              |
| ABD                                   | 1,58                 | 2                            | 0,79                | 6,53                                                             | 3,09                      | 0,174 | 0,34              |
| ACD                                   | 5,06                 | 2                            | 2,53                | 20,94                                                            | 2,19                      | 0,174 | 0,34              |
| BCD                                   | 0,03                 | 1                            | 0,03                | 0,21                                                             | 2,19                      | 0,142 | 0,28              |
| ABCD                                  | 3,04                 | 2                            | 1,52                | 12,57                                                            | 2,70                      | 0,246 | 0,48              |
| Залишок                               | 8,34                 | 69                           | 0,12                |                                                                  |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                  |                      |                              |                     | B – гібрид                                                       |                           |       |                   |
| C – варіант основного блоку удобрення |                      |                              |                     | D – застосування рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                           |       |                   |

## Додаток Д. 7

**Густота стояння рослин гібридів ріпаку озимого на початку відновлення весняної вегетації (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                   | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$                                       | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                     | 654,90               | 2                            | 327,45              | 1112,87                                                          | 2,70                      | 0,136 | 0,27              |
| B                                     | 55,51                | 1                            | 55,51               | 188,66                                                           | 3,09                      | 0,111 | 0,22              |
| C                                     | 219,01               | 1                            | 219,01              | 744,33                                                           | 3,94                      | 0,111 | 0,22              |
| D                                     | 339,84               | 1                            | 339,84              | 1154,98                                                          | 2,70                      | 0,111 | 0,22              |
| AB                                    | 79,52                | 2                            | 39,76               | 135,13                                                           | 3,09                      | 0,192 | 0,38              |
| AC                                    | 15,77                | 2                            | 7,89                | 26,80                                                            | 3,09                      | 0,192 | 0,38              |
| AD                                    | 12,44                | 2                            | 6,22                | 21,14                                                            | 3,09                      | 0,192 | 0,38              |
| BC                                    | 10,01                | 1                            | 10,01               | 34,02                                                            | 2,19                      | 0,157 | 0,31              |
| BD                                    | 3,01                 | 1                            | 3,01                | 10,23                                                            | 3,94                      | 0,157 | 0,31              |
| CD                                    | 7,59                 | 1                            | 7,59                | 25,81                                                            | 2,70                      | 0,157 | 0,31              |
| ABC                                   | 23,90                | 2                            | 11,95               | 40,61                                                            | 2,70                      | 0,271 | 0,53              |
| ABD                                   | 20,65                | 2                            | 10,32               | 35,08                                                            | 3,09                      | 0,271 | 0,53              |
| ACD                                   | 10,56                | 2                            | 5,28                | 17,95                                                            | 2,19                      | 0,271 | 0,53              |
| BCD                                   | 1,76                 | 1                            | 1,76                | 5,98                                                             | 2,19                      | 0,221 | 0,43              |
| ABCD                                  | 3,77                 | 2                            | 1,89                | 6,41                                                             | 2,70                      | 0,384 | 0,75              |
| Залишок                               | 20,30                | 69                           | 0,29                |                                                                  |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                  |                      |                              |                     | B – гібрид                                                       |                           |       |                   |
| C – варіант основного блоку удобрення |                      |                              |                     | D – застосування рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                           |       |                   |



## Додаток Е

# Результати дисперсійного аналізу вмісту цукрів у кореневій шийці рослин гібридів ріпаку озимого та частки його споживання за зиму

## Додаток Е. 1

Вміст цукру у кореневій шийці рослин гібридів ріпаку озимого з обліком на грудень місяць (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)

| Джерело варіації                      | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                                            | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                     | 280,17            | 2                      | 140,08           | 1146,70                                                          | 2,70                 | 0,087 | 0,17              |
| B                                     | 57,78             | 1                      | 57,78            | 473,01                                                           | 3,09                 | 0,071 | 0,14              |
| C                                     | 131,63            | 1                      | 131,63           | 1077,51                                                          | 3,94                 | 0,071 | 0,14              |
| D                                     | 217,04            | 1                      | 217,04           | 1776,66                                                          | 2,70                 | 0,071 | 0,14              |
| AB                                    | 8,39              | 2                      | 4,19             | 34,33                                                            | 3,09                 | 0,124 | 0,24              |
| AC                                    | 11,12             | 2                      | 5,56             | 45,51                                                            | 3,09                 | 0,124 | 0,24              |
| AD                                    | 4,66              | 2                      | 2,33             | 19,06                                                            | 3,09                 | 0,124 | 0,24              |
| BC                                    | 6,87              | 1                      | 6,87             | 56,23                                                            | 2,19                 | 0,101 | 0,20              |
| BD                                    | 8,07              | 1                      | 8,07             | 66,06                                                            | 3,94                 | 0,101 | 0,20              |
| CD                                    | 12,06             | 1                      | 12,06            | 98,72                                                            | 2,70                 | 0,101 | 0,20              |
| ABC                                   | 22,82             | 2                      | 11,41            | 93,39                                                            | 2,70                 | 0,175 | 0,34              |
| ABD                                   | 2,26              | 2                      | 1,13             | 9,24                                                             | 3,09                 | 0,175 | 0,34              |
| ACD                                   | 10,89             | 2                      | 5,45             | 44,57                                                            | 2,19                 | 0,175 | 0,34              |
| BCD                                   | 2,51              | 1                      | 2,51             | 20,54                                                            | 2,19                 | 0,143 | 0,28              |
| ABCD                                  | 0,47              | 2                      | 0,23             | 1,91                                                             | 2,70                 | 0,247 | 0,48              |
| Залишок                               | 8,43              | 69                     | 0,12             |                                                                  |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                  |                   |                        |                  | В – гібрид                                                       |                      |       |                   |
| С – варіант основного блоку удобрення |                   |                        |                  | D – застосування рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |       |                   |

## Додаток Е. 2

Вміст цукру у кореневій шийці рослин гібридів ріпаку озимого з обліком на січень місяць (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)

| Джерело варіації                      | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                                            | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                     | 115,51            | 2                      | 57,75            | 548,08                                                           | 2,70                 | 0,081 | 0,16              |
| B                                     | 4,30              | 1                      | 4,30             | 40,82                                                            | 3,09                 | 0,066 | 0,13              |
| C                                     | 15,61             | 1                      | 15,61            | 148,14                                                           | 3,94                 | 0,066 | 0,13              |
| D                                     | 20,48             | 1                      | 20,48            | 194,36                                                           | 2,70                 | 0,066 | 0,13              |
| AB                                    | 5,27              | 2                      | 2,64             | 25,03                                                            | 3,09                 | 0,115 | 0,22              |
| AC                                    | 5,14              | 2                      | 2,57             | 24,39                                                            | 3,09                 | 0,115 | 0,22              |
| AD                                    | 0,24              | 2                      | 0,12             | 1,12                                                             | 3,09                 | 0,115 | 0,22              |
| BC                                    | 0,04              | 1                      | 0,04             | 0,36                                                             | 2,19                 | 0,094 | 0,18              |
| BD                                    | 0,06              | 1                      | 0,06             | 0,53                                                             | 3,94                 | 0,094 | 0,18              |
| CD                                    | 4,23              | 1                      | 4,23             | 40,14                                                            | 2,70                 | 0,094 | 0,18              |
| ABC                                   | 4,36              | 2                      | 2,18             | 20,69                                                            | 2,70                 | 0,162 | 0,32              |
| ABD                                   | 0,16              | 2                      | 0,08             | 0,74                                                             | 3,09                 | 0,162 | 0,32              |
| ACD                                   | 0,04              | 2                      | 0,02             | 0,20                                                             | 2,19                 | 0,162 | 0,32              |
| BCD                                   | 3,59              | 1                      | 3,59             | 34,07                                                            | 2,19                 | 0,133 | 0,26              |
| ABCD                                  | 0,21              | 2                      | 0,11             | 1,01                                                             | 2,70                 | 0,230 | 0,45              |
| Залишок                               | 7,27              | 69                     | 0,11             |                                                                  |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                  |                   |                        |                  | В – гібрид                                                       |                      |       |                   |
| С – варіант основного блоку удобрення |                   |                        |                  | D – застосування рістрегулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |       |                   |

## Додаток Е. 3

**Вміст цукру у кореневій шийці рослин гібридів ріпаку озимого з обліком на лютий місяць  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

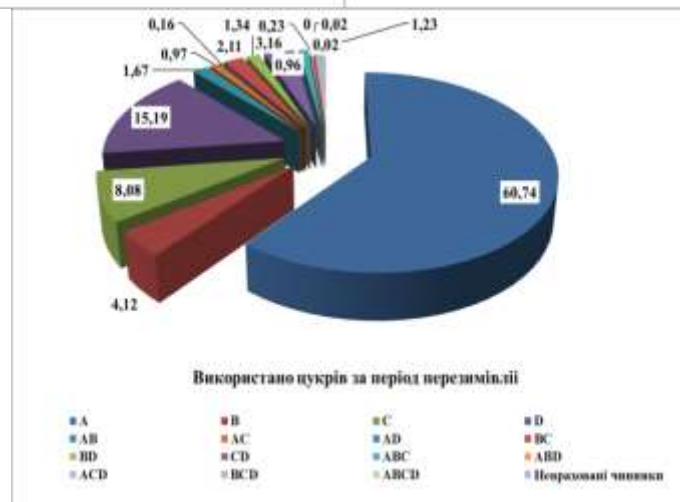
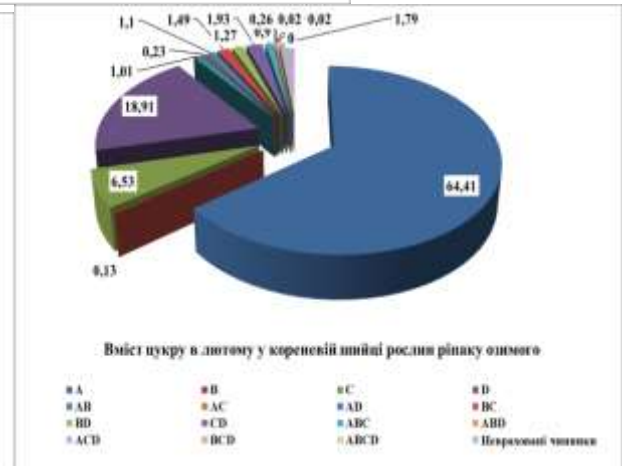
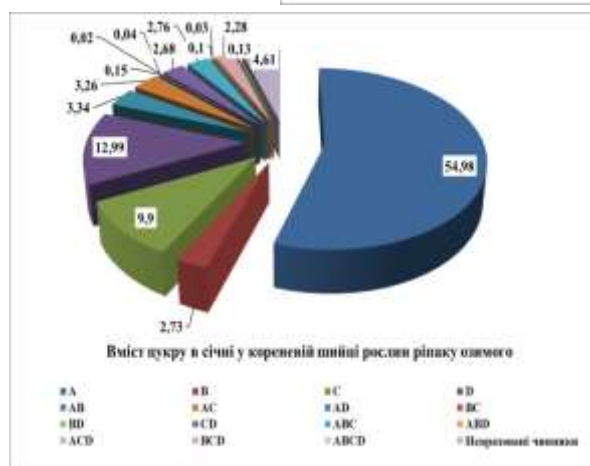
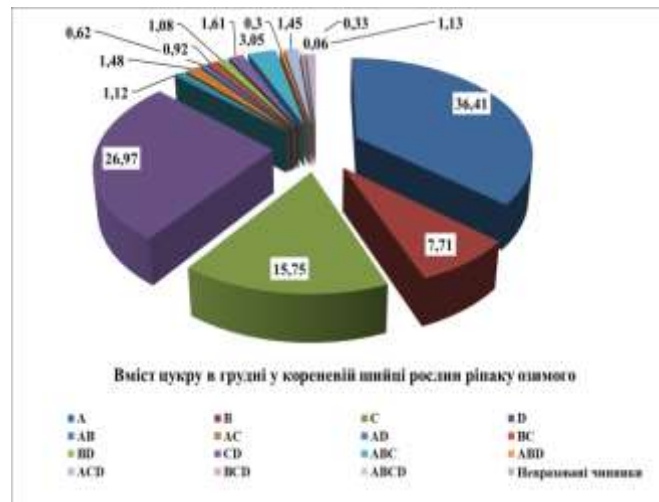
| Джерело<br>варіації                   | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$                                          | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                     | 364,91               | 2                            | 182,45              | 1367,80                                                             | 2,70                      | 0,091 | 0,18              |
| B                                     | 0,69                 | 1                            | 0,69                | 5,15                                                                | 3,09                      | 0,075 | 0,15              |
| C                                     | 33,56                | 1                            | 33,56               | 251,59                                                              | 3,94                      | 0,075 | 0,15              |
| D                                     | 97,20                | 1                            | 97,20               | 728,71                                                              | 2,70                      | 0,075 | 0,15              |
| AB                                    | 5,19                 | 2                            | 2,60                | 19,46                                                               | 3,09                      | 0,129 | 0,25              |
| AC                                    | 1,21                 | 2                            | 0,60                | 4,53                                                                | 3,09                      | 0,129 | 0,25              |
| AD                                    | 5,66                 | 2                            | 2,83                | 21,22                                                               | 3,09                      | 0,129 | 0,25              |
| BC                                    | 7,65                 | 1                            | 7,65                | 57,35                                                               | 2,19                      | 0,105 | 0,21              |
| BD                                    | 6,52                 | 1                            | 6,52                | 48,88                                                               | 3,94                      | 0,105 | 0,21              |
| CD                                    | 9,90                 | 1                            | 9,90                | 74,22                                                               | 2,70                      | 0,105 | 0,21              |
| ABC                                   | 4,61                 | 2                            | 2,30                | 17,26                                                               | 2,70                      | 0,183 | 0,36              |
| ABD                                   | 1,33                 | 2                            | 0,66                | 4,98                                                                | 3,09                      | 0,183 | 0,36              |
| ACD                                   | 0,12                 | 2                            | 0,06                | 0,45                                                                | 2,19                      | 0,183 | 0,36              |
| BCD                                   | 0,09                 | 1                            | 0,09                | 0,70                                                                | 2,19                      | 0,149 | 0,29              |
| ABCD                                  | 0,01                 | 2                            | 0,00                | 0,03                                                                | 2,70                      | 0,258 | 0,51              |
| Залишок                               | 9,20                 | 69                           | 0,13                |                                                                     |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                  |                      |                              |                     | B – гібрид                                                          |                           |       |                   |
| C – варіант основного блоку удобрення |                      |                              |                     | D – застосування рістрегулюючих препаратів<br>з фунгіцидним ефектом |                           |       |                   |

## Додаток Е. 4

**Споживання цукру за період перезимівлі вивчаємих гібридів ріпаку озимого (результуюча  
схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                   | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$                                          | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                     | 1813,37              | 2                            | 906,69              | 2121,93                                                             | 2,70                      | 0,163 | 0,32              |
| B                                     | 98,98                | 1                            | 98,98               | 231,65                                                              | 3,09                      | 0,133 | 0,26              |
| C                                     | 194,28               | 1                            | 194,28              | 454,67                                                              | 3,94                      | 0,133 | 0,26              |
| D                                     | 365,27               | 1                            | 365,27              | 854,85                                                              | 2,70                      | 0,133 | 0,26              |
| AB                                    | 40,05                | 2                            | 20,03               | 46,86                                                               | 3,09                      | 0,231 | 0,45              |
| AC                                    | 23,37                | 2                            | 11,68               | 27,34                                                               | 3,09                      | 0,231 | 0,45              |
| AD                                    | 3,77                 | 2                            | 1,89                | 4,42                                                                | 3,09                      | 0,231 | 0,45              |
| BC                                    | 50,63                | 1                            | 50,63               | 118,49                                                              | 2,19                      | 0,189 | 0,37              |
| BD                                    | 32,27                | 1                            | 32,27               | 75,52                                                               | 3,94                      | 0,189 | 0,37              |
| CD                                    | 75,89                | 1                            | 75,89               | 177,61                                                              | 2,70                      | 0,189 | 0,37              |
| ABC                                   | 23,09                | 2                            | 11,54               | 27,02                                                               | 2,70                      | 0,327 | 0,64              |
| ABD                                   | 5,49                 | 2                            | 2,75                | 6,43                                                                | 3,09                      | 0,327 | 0,64              |
| ACD                                   | 0,11                 | 2                            | 0,05                | 0,12                                                                | 2,19                      | 0,327 | 0,64              |
| BCD                                   | 0,58                 | 1                            | 0,58                | 1,35                                                                | 2,19                      | 0,267 | 0,52              |
| ABCD                                  | 0,58                 | 2                            | 0,29                | 0,68                                                                | 2,70                      | 0,462 | 0,91              |
| Залишок                               | 29,48                | 69                           | 0,43                |                                                                     |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                  |                      |                              |                     | B – гібрид                                                          |                           |       |                   |
| C – варіант основного блоку удобрення |                      |                              |                     | D – застосування рістрегулюючих препаратів<br>з фунгіцидним ефектом |                           |       |                   |

**Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі досліджу за показниками вмісту цукру в кореневій шийці гібридів ріпаку озимого за період грудень–лютий та частка його витрат (у масиві даних за 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків Е.1–Е.4).**



Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – гібриди, C – основний блок удобрення, D – застосування морфорегуляторів росту, AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.

## Додаток Ж

**Результати дисперсійного аналізу показника висоти стебла гібридів  
ріпаку озимого у розрізі основних фаз феностадійного розвитку в  
весняно-літній період вегетації**

## Додаток Ж. 1

**Висота стебла гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу стеблуння  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0,5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1528,67              | 2                            | 764,34              | 881,69                                | 2,70                      | 0,165 | 0,32              |
| B                                                                 | 1148,27              | 1                            | 1148,27             | 1324,58                               | 3,09                      | 0,134 | 0,26              |
| C                                                                 | 164,28               | 1                            | 164,28              | 189,50                                | 3,94                      | 0,134 | 0,26              |
| D                                                                 | 195,39               | 3                            | 65,13               | 75,13                                 | 2,70                      | 0,190 | 0,37              |
| AB                                                                | 156,07               | 2                            | 78,03               | 90,01                                 | 3,09                      | 0,233 | 0,46              |
| AC                                                                | 270,19               | 2                            | 135,10              | 155,84                                | 3,09                      | 0,233 | 0,46              |
| AD                                                                | 61,28                | 6                            | 10,21               | 11,78                                 | 3,09                      | 0,329 | 0,65              |
| BC                                                                | 1,92                 | 1                            | 1,92                | 2,21                                  | 2,19                      | 0,190 | 0,37              |
| BD                                                                | 6,27                 | 3                            | 2,09                | 2,41                                  | 3,94                      | 0,269 | 0,53              |
| CD                                                                | 6,42                 | 3                            | 2,14                | 2,47                                  | 2,70                      | 0,269 | 0,53              |
| ABC                                                               | 205,94               | 2                            | 102,97              | 118,78                                | 2,70                      | 0,329 | 0,65              |
| ABD                                                               | 65,43                | 6                            | 10,91               | 12,58                                 | 3,09                      | 0,466 | 0,91              |
| ACD                                                               | 3,38                 | 6                            | 0,56                | 0,65                                  | 2,19                      | 0,466 | 0,91              |
| BCD                                                               | 0,78                 | 3                            | 0,26                | 0,30                                  | 2,19                      | 0,380 | 0,75              |
| ABCD                                                              | 12,40                | 6                            | 2,07                | 2,38                                  | 2,70                      | 0,658 | 1,29              |
| Залишок                                                           | 122,23               | 141                          | 0,87                |                                       |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Ж. 2

**Висота стебла гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу бутонізації  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0,5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1819,10              | 2                            | 909,55              | 861,27                                | 2,70                      | 0,182 | 0,36              |
| B                                                                 | 1188,57              | 1                            | 1188,57             | 1125,48                               | 3,09                      | 0,148 | 0,29              |
| C                                                                 | 1831,75              | 1                            | 1831,75             | 1734,52                               | 3,94                      | 0,148 | 0,29              |
| D                                                                 | 549,38               | 3                            | 183,13              | 173,41                                | 2,70                      | 0,210 | 0,41              |
| AB                                                                | 375,17               | 2                            | 187,58              | 177,63                                | 3,09                      | 0,257 | 0,50              |
| AC                                                                | 24,60                | 2                            | 12,30               | 11,65                                 | 3,09                      | 0,257 | 0,50              |
| AD                                                                | 41,22                | 6                            | 6,87                | 6,50                                  | 3,09                      | 0,363 | 0,71              |
| BC                                                                | 8,17                 | 1                            | 8,17                | 7,73                                  | 2,19                      | 0,210 | 0,41              |
| BD                                                                | 49,76                | 3                            | 16,59               | 15,71                                 | 3,94                      | 0,297 | 0,58              |
| CD                                                                | 0,98                 | 3                            | 0,33                | 0,31                                  | 2,70                      | 0,297 | 0,58              |
| ABC                                                               | 18,48                | 2                            | 9,24                | 8,75                                  | 2,70                      | 0,363 | 0,71              |
| ABD                                                               | 93,07                | 6                            | 15,51               | 14,69                                 | 3,09                      | 0,514 | 1,01              |
| ACD                                                               | 17,23                | 6                            | 2,87                | 2,72                                  | 2,19                      | 0,514 | 1,01              |
| BCD                                                               | 27,92                | 3                            | 9,31                | 8,81                                  | 2,19                      | 0,420 | 0,82              |
| ABCD                                                              | 107,76               | 6                            | 17,96               | 17,01                                 | 2,70                      | 0,727 | 1,42              |
| Залишок                                                           | 148,90               | 141                          | 1,06                |                                       |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Ж. 3

**Висота стебла гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу цвітіння  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$              | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 12890,00             | 2                            | 6445,00             | 1717,45                               | 2,70                      | 0,342 | 0,67              |
| B                                                                 | 4128,00              | 1                            | 4128,00             | 1100,02                               | 3,09                      | 0,280 | 0,55              |
| C                                                                 | 11273,07             | 1                            | 11273,07            | 3004,03                               | 3,94                      | 0,280 | 0,55              |
| D                                                                 | 4525,47              | 3                            | 1508,49             | 401,98                                | 2,70                      | 0,395 | 0,78              |
| AB                                                                | 831,69               | 2                            | 415,85              | 110,81                                | 3,09                      | 0,484 | 0,95              |
| AC                                                                | 4,36                 | 2                            | 2,18                | 0,58                                  | 3,09                      | 0,484 | 0,95              |
| AD                                                                | 80,28                | 6                            | 13,38               | 3,57                                  | 3,09                      | 0,685 | 1,34              |
| BC                                                                | 108,00               | 1                            | 108,00              | 28,78                                 | 2,19                      | 0,395 | 0,78              |
| BD                                                                | 18,06                | 3                            | 6,02                | 1,60                                  | 3,94                      | 0,559 | 1,10              |
| CD                                                                | 107,07               | 3                            | 35,69               | 9,51                                  | 2,70                      | 0,559 | 1,10              |
| ABC                                                               | 36,16                | 2                            | 18,08               | 4,82                                  | 2,70                      | 0,685 | 1,34              |
| ABD                                                               | 67,49                | 6                            | 11,25               | 3,00                                  | 3,09                      | 0,969 | 1,90              |
| ACD                                                               | 33,06                | 6                            | 5,51                | 1,47                                  | 2,19                      | 0,969 | 1,90              |
| BCD                                                               | 7,98                 | 3                            | 2,66                | 0,71                                  | 2,19                      | 0,791 | 1,55              |
| ABCD                                                              | 50,54                | 6                            | 8,42                | 2,24                                  | 2,70                      | 1,370 | 2,68              |
| Залишок                                                           | 529,12               | 141                          | 3,75                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Ж. 4

**Висота стебла гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу воскової стиглості  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$              | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 13025,70             | 2                            | 6512,85             | 1554,75                               | 2,70                      | 0,362 | 0,71              |
| B                                                                 | 3742,19              | 1                            | 3742,19             | 893,34                                | 3,09                      | 0,295 | 0,58              |
| C                                                                 | 9942,87              | 1                            | 9942,87             | 2373,57                               | 3,94                      | 0,295 | 0,58              |
| D                                                                 | 6456,45              | 3                            | 2152,15             | 513,76                                | 2,70                      | 0,418 | 0,82              |
| AB                                                                | 371,81               | 2                            | 185,90              | 44,38                                 | 3,09                      | 0,512 | 1,00              |
| AC                                                                | 388,93               | 2                            | 194,47              | 46,42                                 | 3,09                      | 0,512 | 1,00              |
| AD                                                                | 296,24               | 6                            | 49,37               | 11,79                                 | 3,09                      | 0,724 | 1,42              |
| BC                                                                | 279,37               | 1                            | 279,37              | 66,69                                 | 2,19                      | 0,418 | 0,82              |
| BD                                                                | 66,08                | 3                            | 22,03               | 5,26                                  | 3,94                      | 0,591 | 1,16              |
| CD                                                                | 46,52                | 3                            | 15,51               | 3,70                                  | 2,70                      | 0,591 | 1,16              |
| ABC                                                               | 73,85                | 2                            | 36,92               | 8,81                                  | 2,70                      | 0,724 | 1,42              |
| ABD                                                               | 143,49               | 6                            | 23,92               | 5,71                                  | 3,09                      | 1,023 | 2,01              |
| ACD                                                               | 17,53                | 6                            | 2,92                | 0,70                                  | 2,19                      | 1,023 | 2,01              |
| BCD                                                               | 3,50                 | 3                            | 1,17                | 0,28                                  | 2,19                      | 0,836 | 1,64              |
| ABCD                                                              | 57,73                | 6                            | 9,62                | 2,30                                  | 2,70                      | 1,447 | 2,84              |
| Залишок                                                           | 590,65               | 141                          | 4,19                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Ж. 5

**Висота стебла гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу стеблування  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1291,86              | 2                            | 645,93              | 701,61                                | 2,70                      | 0,170 | 0,33              |
| B                                                                 | 928,41               | 1                            | 928,41              | 1008,44                               | 3,09                      | 0,138 | 0,27              |
| C                                                                 | 343,61               | 1                            | 343,61              | 373,23                                | 3,94                      | 0,138 | 0,27              |
| D                                                                 | 163,28               | 3                            | 54,43               | 59,12                                 | 2,70                      | 0,196 | 0,38              |
| AB                                                                | 51,38                | 2                            | 25,69               | 27,90                                 | 3,09                      | 0,240 | 0,47              |
| AC                                                                | 330,42               | 2                            | 165,21              | 179,45                                | 3,09                      | 0,240 | 0,47              |
| AD                                                                | 40,84                | 6                            | 6,81                | 7,39                                  | 3,09                      | 0,339 | 0,66              |
| BC                                                                | 3,97                 | 1                            | 3,97                | 4,31                                  | 2,19                      | 0,196 | 0,38              |
| BD                                                                | 24,34                | 3                            | 8,11                | 8,81                                  | 3,94                      | 0,277 | 0,54              |
| CD                                                                | 5,06                 | 3                            | 1,69                | 1,83                                  | 2,70                      | 0,277 | 0,54              |
| ABC                                                               | 106,18               | 2                            | 53,09               | 57,67                                 | 2,70                      | 0,339 | 0,66              |
| ABD                                                               | 49,28                | 6                            | 8,21                | 8,92                                  | 3,09                      | 0,480 | 0,94              |
| ACD                                                               | 40,60                | 6                            | 6,77                | 7,35                                  | 2,19                      | 0,480 | 0,94              |
| BCD                                                               | 9,62                 | 3                            | 3,21                | 3,48                                  | 2,19                      | 0,392 | 0,77              |
| ABCD                                                              | 56,00                | 6                            | 9,33                | 10,14                                 | 2,70                      | 0,678 | 1,33              |
| Залишок                                                           | 129,81               | 141                          | 0,92                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Ж. 6

**Висота стебла гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу бутонізації (результуюча  
схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1696,22              | 2                            | 848,11              | 497,50                                | 2,70                      | 0,231 | 0,45              |
| B                                                                 | 1463,77              | 1                            | 1463,77             | 858,64                                | 3,09                      | 0,188 | 0,37              |
| C                                                                 | 1902,72              | 1                            | 1902,72             | 1116,12                               | 3,94                      | 0,188 | 0,37              |
| D                                                                 | 607,74               | 3                            | 202,58              | 118,83                                | 2,70                      | 0,267 | 0,52              |
| AB                                                                | 445,38               | 2                            | 222,69              | 130,63                                | 3,09                      | 0,326 | 0,64              |
| AC                                                                | 1000,14              | 2                            | 500,07              | 293,34                                | 3,09                      | 0,326 | 0,64              |
| AD                                                                | 689,74               | 6                            | 114,96              | 67,43                                 | 3,09                      | 0,462 | 0,90              |
| BC                                                                | 0,48                 | 1                            | 0,48                | 0,28                                  | 2,19                      | 0,267 | 0,52              |
| BD                                                                | 2,07                 | 3                            | 0,69                | 0,40                                  | 3,94                      | 0,377 | 0,74              |
| CD                                                                | 0,15                 | 3                            | 0,05                | 0,03                                  | 2,70                      | 0,377 | 0,74              |
| ABC                                                               | 1469,54              | 2                            | 734,77              | 431,01                                | 2,70                      | 0,462 | 0,90              |
| ABD                                                               | 284,94               | 6                            | 47,49               | 27,86                                 | 3,09                      | 0,653 | 1,28              |
| ACD                                                               | 878,66               | 6                            | 146,44              | 85,90                                 | 2,19                      | 0,653 | 1,28              |
| BCD                                                               | 0,06                 | 3                            | 0,02                | 0,01                                  | 2,19                      | 0,533 | 1,04              |
| ABCD                                                              | 1272,86              | 6                            | 212,14              | 124,44                                | 2,70                      | 0,923 | 1,81              |
| Залишок                                                           | 240,37               | 141                          | 1,70                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Ж. 7

**Висота стебла гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу цвітіння  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

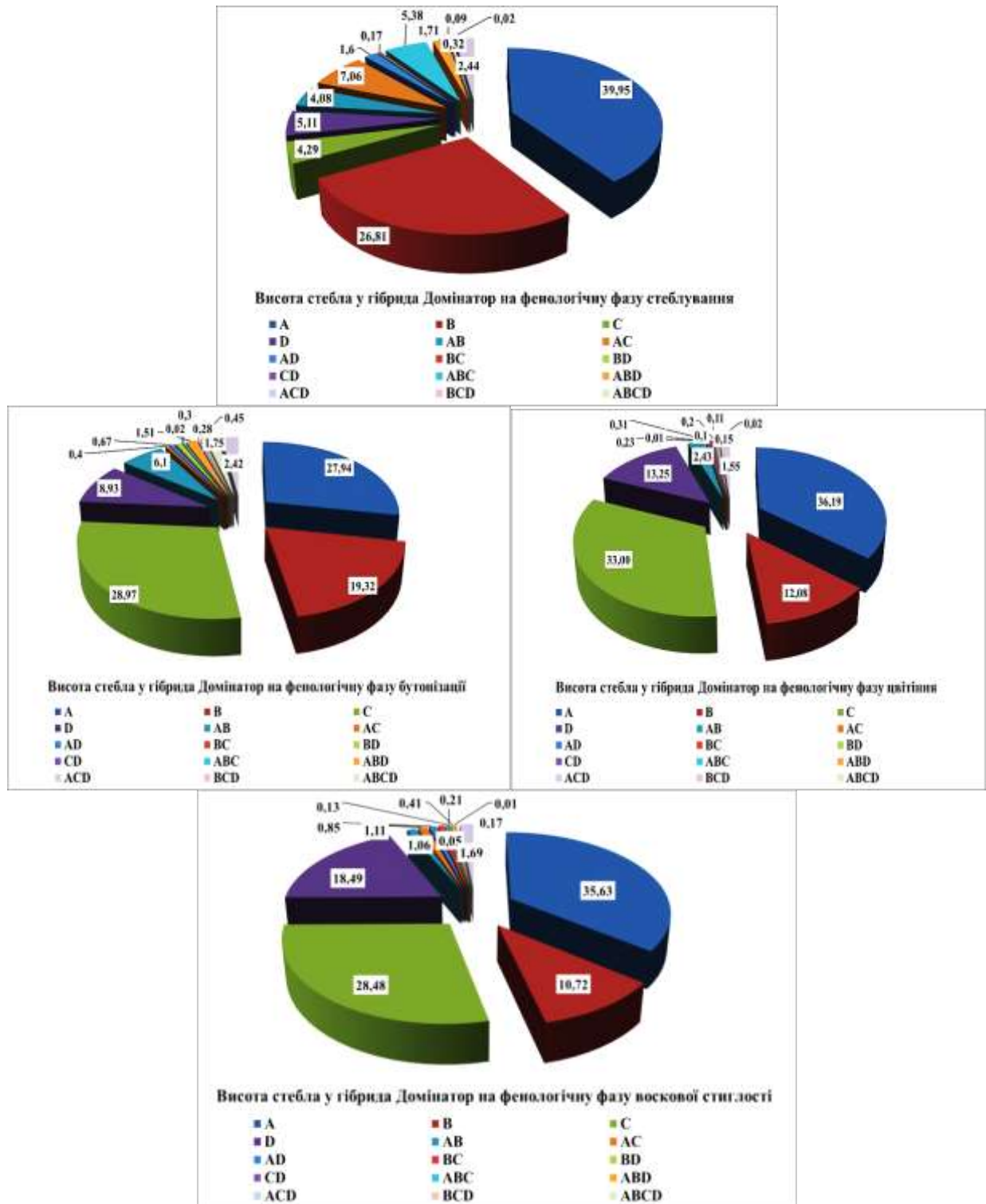
| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 18638,91             | 2                            | 9319,46             | 1707,66                               | 2,70                      | 0,413 | 0,81              |
| B                                                                 | 5591,75              | 1                            | 5591,75             | 1024,61                               | 3,09                      | 0,337 | 0,66              |
| C                                                                 | 14274,08             | 1                            | 14274,08            | 2615,52                               | 3,94                      | 0,337 | 0,66              |
| D                                                                 | 5773,78              | 3                            | 1924,59             | 352,65                                | 2,70                      | 0,477 | 0,93              |
| AB                                                                | 209,63               | 2                            | 104,81              | 19,21                                 | 3,09                      | 0,584 | 1,14              |
| AC                                                                | 1326,17              | 2                            | 663,08              | 121,50                                | 3,09                      | 0,584 | 1,14              |
| AD                                                                | 212,57               | 6                            | 35,43               | 6,49                                  | 3,09                      | 0,826 | 1,62              |
| BC                                                                | 14,52                | 1                            | 14,52               | 2,66                                  | 2,19                      | 0,477 | 0,93              |
| BD                                                                | 5,55                 | 3                            | 1,85                | 0,34                                  | 3,94                      | 0,674 | 1,32              |
| CD                                                                | 60,42                | 3                            | 20,14               | 3,69                                  | 2,70                      | 0,674 | 1,32              |
| ABC                                                               | 15,25                | 2                            | 7,62                | 1,40                                  | 2,70                      | 0,826 | 1,62              |
| ABD                                                               | 188,24               | 6                            | 31,37               | 5,75                                  | 3,09                      | 1,168 | 2,29              |
| ACD                                                               | 218,94               | 6                            | 36,49               | 6,69                                  | 2,19                      | 1,168 | 2,29              |
| BCD                                                               | 4,74                 | 3                            | 1,58                | 0,29                                  | 2,19                      | 0,954 | 1,87              |
| ABCD                                                              | 56,05                | 6                            | 9,34                | 1,71                                  | 2,70                      | 1,652 | 3,24              |
| Залишок                                                           | 769,50               | 141                          | 5,46                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Ж. 8

**Висота стебла гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу воскової стиглості  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 9170,95              | 2                            | 4585,47             | 927,47                                | 2,70                      | 0,393 | 0,77              |
| B                                                                 | 2130,67              | 1                            | 2130,67             | 430,95                                | 3,09                      | 0,321 | 0,63              |
| C                                                                 | 7941,31              | 1                            | 7941,31             | 1606,22                               | 3,94                      | 0,321 | 0,63              |
| D                                                                 | 5089,52              | 3                            | 1696,51             | 343,14                                | 2,70                      | 0,454 | 0,89              |
| AB                                                                | 294,13               | 2                            | 147,06              | 29,75                                 | 3,09                      | 0,556 | 1,09              |
| AC                                                                | 860,05               | 2                            | 430,03              | 86,98                                 | 3,09                      | 0,556 | 1,09              |
| AD                                                                | 1144,62              | 6                            | 190,77              | 38,59                                 | 3,09                      | 0,786 | 1,54              |
| BC                                                                | 22,69                | 1                            | 22,69               | 4,59                                  | 2,19                      | 0,454 | 0,89              |
| BD                                                                | 26,72                | 3                            | 8,91                | 1,80                                  | 3,94                      | 0,642 | 1,26              |
| CD                                                                | 1046,88              | 3                            | 348,96              | 70,58                                 | 2,70                      | 0,642 | 1,26              |
| ABC                                                               | 301,66               | 2                            | 150,83              | 30,51                                 | 2,70                      | 0,786 | 1,54              |
| ABD                                                               | 511,27               | 6                            | 85,21               | 17,24                                 | 3,09                      | 1,112 | 2,18              |
| ACD                                                               | 760,86               | 6                            | 126,81              | 25,65                                 | 2,19                      | 1,112 | 2,18              |
| BCD                                                               | 2,06                 | 3                            | 0,69                | 0,14                                  | 2,19                      | 0,908 | 1,78              |
| ABCD                                                              | 583,35               | 6                            | 97,22               | 19,66                                 | 2,70                      | 1,572 | 3,08              |
| Залишок                                                           | 697,12               | 141                          | 4,94                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

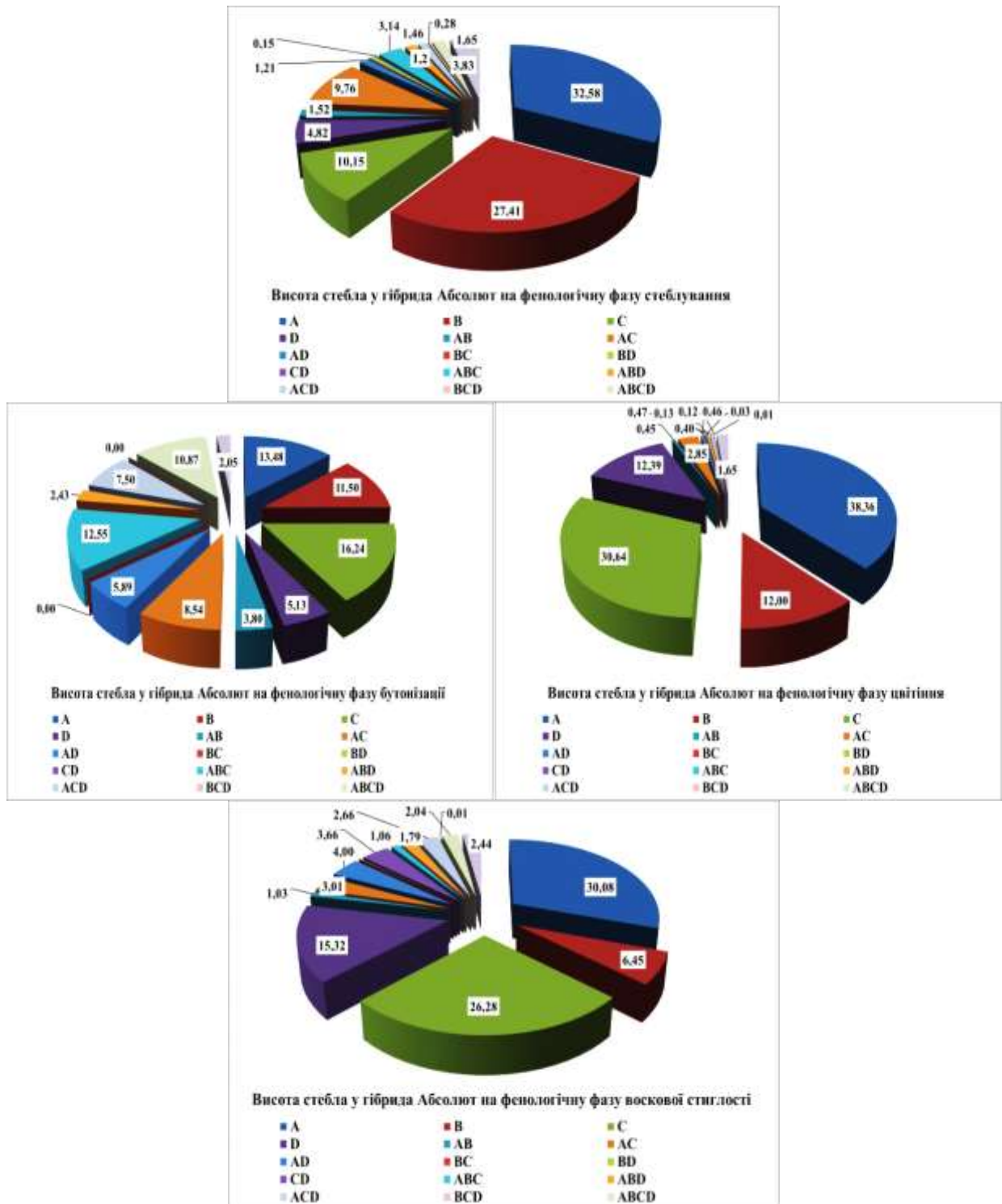
**Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі досліджу за показниками висоти рослин гібриду ріпаку озимого Домінатор у розрізі облікових фенологічних фаз (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків Ж. 1–Ж. 4)**



Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – гібриди, C –основний блок удобрення, D – застосування морфорегуляторів росту, AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.



**Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі досліду за показниками висоти рослин гібриду ріпаку озимого Абсолют у розрізі облікових фенологічних фаз (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків Ж. 5–Ж. 8)**



Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – гібриди, C – основний блок удобрення, D – застосування морфорегуляторів росту, AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.

## Додаток И

**Результати дисперсійного аналізу показника приростів висоти стебла  
гібридів ріпаку озимого у розрізі основних міжфазних періодів в  
весняно-літній період вегетації**

## Додаток И. 1

**Приріст висоти стебла гібриду ріпаку озимого Домінатор за міжфазний період стеблуння–  
бутонізація (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0,5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 6,37                 | 2                            | 3,19                | 948,83                                | 2,70                      | 0,010 | 0,02              |
| B                                                                 | 0,23                 | 1                            | 0,23                | 69,21                                 | 3,09                      | 0,008 | 0,02              |
| C                                                                 | 2,59                 | 1                            | 2,59                | 769,96                                | 3,94                      | 0,008 | 0,02              |
| D                                                                 | 0,16                 | 3                            | 0,05                | 16,08                                 | 2,70                      | 0,012 | 0,02              |
| AB                                                                | 1,84                 | 2                            | 0,92                | 273,50                                | 3,09                      | 0,014 | 0,03              |
| AC                                                                | 0,45                 | 2                            | 0,22                | 66,83                                 | 3,09                      | 0,014 | 0,03              |
| AD                                                                | 0,30                 | 6                            | 0,05                | 14,68                                 | 3,09                      | 0,020 | 0,04              |
| BC                                                                | 0,23                 | 1                            | 0,23                | 69,21                                 | 2,19                      | 0,012 | 0,02              |
| BD                                                                | 0,75                 | 3                            | 0,25                | 74,02                                 | 3,94                      | 0,017 | 0,03              |
| CD                                                                | 0,03                 | 3                            | 0,01                | 3,38                                  | 2,70                      | 0,017 | 0,03              |
| ABC                                                               | 0,70                 | 2                            | 0,35                | 103,83                                | 2,70                      | 0,020 | 0,04              |
| ABD                                                               | 1,57                 | 6                            | 0,26                | 77,71                                 | 3,09                      | 0,029 | 0,06              |
| ACD                                                               | 0,05                 | 6                            | 0,01                | 2,50                                  | 2,19                      | 0,029 | 0,06              |
| BCD                                                               | 0,02                 | 3                            | 0,01                | 2,46                                  | 2,19                      | 0,024 | 0,05              |
| ABCD                                                              | 0,67                 | 6                            | 0,11                | 33,42                                 | 2,70                      | 0,041 | 0,08              |
| Залишок                                                           | 0,47                 | 141                          | 0,00                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток И. 2

**Приріст висоти стебла гібриду ріпаку озимого Домінатор за міжфазний період бутонізація–  
цвітіння (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0,5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 27,26                | 2                            | 13,63               | 799,59                                | 2,70                      | 0,023 | 0,05              |
| B                                                                 | 0,22                 | 1                            | 0,22                | 12,83                                 | 3,09                      | 0,019 | 0,04              |
| C                                                                 | 0,62                 | 1                            | 0,62                | 36,17                                 | 3,94                      | 0,019 | 0,04              |
| D                                                                 | 2,21                 | 3                            | 0,74                | 43,22                                 | 2,70                      | 0,027 | 0,05              |
| AB                                                                | 0,76                 | 2                            | 0,38                | 22,39                                 | 3,09                      | 0,033 | 0,06              |
| AC                                                                | 0,16                 | 2                            | 0,08                | 4,81                                  | 3,09                      | 0,033 | 0,06              |
| AD                                                                | 0,19                 | 6                            | 0,03                | 1,88                                  | 3,09                      | 0,046 | 0,09              |
| BC                                                                | 0,33                 | 1                            | 0,33                | 19,56                                 | 2,19                      | 0,027 | 0,05              |
| BD                                                                | 0,34                 | 3                            | 0,11                | 6,71                                  | 3,94                      | 0,038 | 0,07              |
| CD                                                                | 0,06                 | 3                            | 0,02                | 1,25                                  | 2,70                      | 0,038 | 0,07              |
| ABC                                                               | 0,07                 | 2                            | 0,03                | 1,97                                  | 2,70                      | 0,046 | 0,09              |
| ABD                                                               | 0,36                 | 6                            | 0,06                | 3,51                                  | 3,09                      | 0,065 | 0,13              |
| ACD                                                               | 0,07                 | 6                            | 0,01                | 0,72                                  | 2,19                      | 0,065 | 0,13              |
| BCD                                                               | 0,03                 | 3                            | 0,01                | 0,55                                  | 2,19                      | 0,053 | 0,10              |
| ABCD                                                              | 0,11                 | 6                            | 0,02                | 1,05                                  | 2,70                      | 0,092 | 0,18              |
| Залишок                                                           | 2,40                 | 141                          | 0,02                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток И. 3

**Приріст висоти стебла гібриду ріпаку озимого Домінатор за міжфазний період цвітіння–воскова стиглість (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1,75              | 2                      | 0,87             | 508,04                                | 2,70                 | 0,007 | 0,01              |
| B                                                                 | 0,04              | 1                      | 0,04             | 21,76                                 | 3,09                 | 0,006 | 0,01              |
| C                                                                 | 0,41              | 1                      | 0,41             | 236,72                                | 3,94                 | 0,006 | 0,01              |
| D                                                                 | 0,14              | 3                      | 0,05             | 26,29                                 | 2,70                 | 0,008 | 0,02              |
| AB                                                                | 0,99              | 2                      | 0,50             | 287,99                                | 3,09                 | 0,010 | 0,02              |
| AC                                                                | 0,20              | 2                      | 0,10             | 56,83                                 | 3,09                 | 0,010 | 0,02              |
| AD                                                                | 0,27              | 6                      | 0,04             | 25,76                                 | 3,09                 | 0,015 | 0,03              |
| BC                                                                | 0,02              | 1                      | 0,02             | 11,64                                 | 2,19                 | 0,008 | 0,02              |
| BD                                                                | 0,03              | 3                      | 0,01             | 5,76                                  | 3,94                 | 0,012 | 0,02              |
| CD                                                                | 0,01              | 3                      | 0,00             | 2,86                                  | 2,70                 | 0,012 | 0,02              |
| ABC                                                               | 0,09              | 2                      | 0,04             | 25,89                                 | 2,70                 | 0,015 | 0,03              |
| ABD                                                               | 0,13              | 6                      | 0,02             | 12,26                                 | 3,09                 | 0,021 | 0,04              |
| ACD                                                               | 0,03              | 6                      | 0,00             | 2,82                                  | 2,19                 | 0,021 | 0,04              |
| BCD                                                               | 0,00              | 3                      | 0,00             | 0,65                                  | 2,19                 | 0,017 | 0,03              |
| ABCD                                                              | 0,06              | 6                      | 0,01             | 6,08                                  | 2,70                 | 0,029 | 0,06              |
| Залишок                                                           | 0,24              | 141                    | 0,00             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток И. 4

**Приріст висоти стебла гібриду ріпаку озимого Абсолют за міжфазний період стеблуння–бутонізація (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 5,31              | 2                      | 2,66             | 454,34                                | 2,70                 | 0,014 | 0,03              |
| B                                                                 | 0,67              | 1                      | 0,67             | 114,92                                | 3,09                 | 0,011 | 0,02              |
| C                                                                 | 0,04              | 1                      | 0,04             | 6,98                                  | 3,94                 | 0,011 | 0,02              |
| D                                                                 | 0,60              | 3                      | 0,20             | 34,11                                 | 2,70                 | 0,016 | 0,03              |
| AB                                                                | 0,15              | 2                      | 0,07             | 12,46                                 | 3,09                 | 0,019 | 0,04              |
| AC                                                                | 0,32              | 2                      | 0,16             | 27,72                                 | 3,09                 | 0,019 | 0,04              |
| AD                                                                | 1,65              | 6                      | 0,28             | 47,05                                 | 3,09                 | 0,027 | 0,05              |
| BC                                                                | 0,13              | 1                      | 0,13             | 21,91                                 | 2,19                 | 0,016 | 0,03              |
| BD                                                                | 0,84              | 3                      | 0,28             | 47,81                                 | 3,94                 | 0,022 | 0,04              |
| CD                                                                | 1,15              | 3                      | 0,38             | 65,70                                 | 2,70                 | 0,022 | 0,04              |
| ABC                                                               | 0,04              | 2                      | 0,02             | 3,06                                  | 2,70                 | 0,027 | 0,05              |
| ABD                                                               | 2,63              | 6                      | 0,44             | 75,00                                 | 3,09                 | 0,038 | 0,07              |
| ACD                                                               | 2,32              | 6                      | 0,39             | 66,16                                 | 2,19                 | 0,038 | 0,07              |
| BCD                                                               | 1,67              | 3                      | 0,56             | 95,32                                 | 2,19                 | 0,031 | 0,06              |
| ABCD                                                              | 1,51              | 6                      | 0,25             | 43,16                                 | 2,70                 | 0,054 | 0,11              |
| Залишок                                                           | 0,82              | 141                    | 0,01             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток II. 5

**Приріст висоти стебла гібриду ріпаку озимого Абсолют за міжфазний період бутонізація–цвітіння (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 5,29              | 2                      | 2,64             | 371,01                                | 2,70                 | 0,015 | 0,03              |
| B                                                                 | 0,00              | 1                      | 0,00             | 0,42                                  | 3,09                 | 0,012 | 0,02              |
| C                                                                 | 1,33              | 1                      | 1,33             | 186,12                                | 3,94                 | 0,012 | 0,02              |
| D                                                                 | 0,85              | 3                      | 0,28             | 39,67                                 | 2,70                 | 0,017 | 0,03              |
| AB                                                                | 0,02              | 2                      | 0,01             | 1,57                                  | 3,09                 | 0,021 | 0,04              |
| AC                                                                | 1,95              | 2                      | 0,98             | 136,91                                | 3,09                 | 0,021 | 0,04              |
| AD                                                                | 0,35              | 6                      | 0,06             | 8,25                                  | 3,09                 | 0,030 | 0,06              |
| BC                                                                | 0,04              | 1                      | 0,04             | 5,25                                  | 2,19                 | 0,017 | 0,03              |
| BD                                                                | 0,03              | 3                      | 0,01             | 1,38                                  | 3,94                 | 0,024 | 0,05              |
| CD                                                                | 0,08              | 3                      | 0,03             | 3,87                                  | 2,70                 | 0,024 | 0,05              |
| ABC                                                               | 0,14              | 2                      | 0,07             | 9,68                                  | 2,70                 | 0,030 | 0,06              |
| ABD                                                               | 0,60              | 6                      | 0,10             | 13,92                                 | 3,09                 | 0,042 | 0,08              |
| ACD                                                               | 0,33              | 6                      | 0,05             | 7,70                                  | 2,19                 | 0,042 | 0,08              |
| BCD                                                               | 0,01              | 3                      | 0,00             | 0,35                                  | 2,19                 | 0,034 | 0,07              |
| ABCD                                                              | 0,37              | 6                      | 0,06             | 8,63                                  | 2,70                 | 0,060 | 0,12              |
| Залишок                                                           | 1,01              | 141                    | 0,01             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток II. 6

**Приріст висоти стебла гібриду ріпаку озимого Абсолют за міжфазний період цвітіння–воскова стиглість (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 19,87             | 2                      | 9,93             | 2486,18                               | 2,70                 | 0,011 | 0,02              |
| B                                                                 | 0,05              | 1                      | 0,05             | 13,02                                 | 3,09                 | 0,009 | 0,02              |
| C                                                                 | 1,65              | 1                      | 1,65             | 412,98                                | 3,94                 | 0,009 | 0,02              |
| D                                                                 | 0,02              | 3                      | 0,01             | 1,70                                  | 2,70                 | 0,013 | 0,03              |
| AB                                                                | 0,08              | 2                      | 0,04             | 9,85                                  | 3,09                 | 0,016 | 0,03              |
| AC                                                                | 0,13              | 2                      | 0,06             | 15,98                                 | 3,09                 | 0,016 | 0,03              |
| AD                                                                | 0,41              | 6                      | 0,07             | 17,01                                 | 3,09                 | 0,022 | 0,04              |
| BC                                                                | 0,05              | 1                      | 0,05             | 13,68                                 | 2,19                 | 0,013 | 0,03              |
| BD                                                                | 0,24              | 3                      | 0,08             | 19,93                                 | 3,94                 | 0,018 | 0,04              |
| CD                                                                | 0,13              | 3                      | 0,04             | 11,19                                 | 2,70                 | 0,018 | 0,04              |
| ABC                                                               | 0,34              | 2                      | 0,17             | 43,06                                 | 2,70                 | 0,022 | 0,04              |
| ABD                                                               | 0,21              | 6                      | 0,03             | 8,73                                  | 3,09                 | 0,032 | 0,06              |
| ACD                                                               | 0,39              | 6                      | 0,07             | 16,40                                 | 2,19                 | 0,032 | 0,06              |
| BCD                                                               | 0,20              | 3                      | 0,07             | 17,05                                 | 2,19                 | 0,026 | 0,05              |
| ABCD                                                              | 0,33              | 6                      | 0,05             | 13,57                                 | 2,70                 | 0,045 | 0,09              |
| Залишок                                                           | 0,56              | 141                    | 0,00             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

Додаток К

**Результати дисперсійного аналізу показника діаметру стебла в основі в гібридів ріпаку озимого на фенофазу повного формування стручків (ВВСН 77–79)**

Додаток К. 1

**Діаметр стебла в основі в гібриду ріпаку озимого Домінатор (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0,5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1,71              | 2                      | 0,85             | 203,61                                | 2,70                 | 0,011 | 0,02              |
| B                                                                 | 2,32              | 1                      | 2,32             | 553,37                                | 3,09                 | 0,009 | 0,02              |
| C                                                                 | 4,15              | 1                      | 4,15             | 988,51                                | 3,94                 | 0,009 | 0,02              |
| D                                                                 | 2,01              | 3                      | 0,67             | 159,59                                | 2,70                 | 0,013 | 0,03              |
| AB                                                                | 0,03              | 2                      | 0,01             | 3,17                                  | 3,09                 | 0,016 | 0,03              |
| AC                                                                | 0,44              | 2                      | 0,22             | 51,90                                 | 3,09                 | 0,016 | 0,03              |
| AD                                                                | 0,23              | 6                      | 0,04             | 9,24                                  | 3,09                 | 0,023 | 0,04              |
| BC                                                                | 0,03              | 1                      | 0,03             | 7,15                                  | 2,19                 | 0,013 | 0,03              |
| BD                                                                | 0,02              | 3                      | 0,01             | 1,76                                  | 3,94                 | 0,019 | 0,04              |
| CD                                                                | 0,18              | 3                      | 0,06             | 14,32                                 | 2,70                 | 0,019 | 0,04              |
| ABC                                                               | 0,09              | 2                      | 0,04             | 10,17                                 | 2,70                 | 0,023 | 0,04              |
| ABD                                                               | 0,04              | 6                      | 0,01             | 1,52                                  | 3,09                 | 0,032 | 0,06              |
| ACD                                                               | 0,21              | 6                      | 0,04             | 8,50                                  | 2,19                 | 0,032 | 0,06              |
| BCD                                                               | 0,01              | 3                      | 0,00             | 0,43                                  | 2,19                 | 0,026 | 0,05              |
| ABCD                                                              | 0,05              | 6                      | 0,01             | 1,90                                  | 2,70                 | 0,046 | 0,09              |
| Залишок                                                           | 0,59              | 141                    | 0,00             |                                       |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

Додаток К. 2

**Діаметр стебла в основі в гібриду ріпаку озимого Абсолют (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0,5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 2,74              | 2                      | 1,37             | 240,36                                | 2,70                 | 0,013 | 0,03              |
| B                                                                 | 2,35              | 1                      | 2,35             | 412,30                                | 3,09                 | 0,011 | 0,02              |
| C                                                                 | 4,78              | 1                      | 4,78             | 838,63                                | 3,94                 | 0,011 | 0,02              |
| D                                                                 | 1,74              | 3                      | 0,58             | 101,76                                | 2,70                 | 0,015 | 0,03              |
| AB                                                                | 0,03              | 2                      | 0,01             | 2,60                                  | 3,09                 | 0,019 | 0,04              |
| AC                                                                | 0,04              | 2                      | 0,02             | 3,81                                  | 3,09                 | 0,019 | 0,04              |
| AD                                                                | 0,05              | 6                      | 0,01             | 1,56                                  | 3,09                 | 0,027 | 0,05              |
| BC                                                                | 0,02              | 1                      | 0,02             | 2,96                                  | 2,19                 | 0,015 | 0,03              |
| BD                                                                | 0,05              | 3                      | 0,02             | 2,89                                  | 3,94                 | 0,022 | 0,04              |
| CD                                                                | 0,30              | 3                      | 0,10             | 17,80                                 | 2,70                 | 0,022 | 0,04              |
| ABC                                                               | 0,06              | 2                      | 0,03             | 5,70                                  | 2,70                 | 0,027 | 0,05              |
| ABD                                                               | 0,06              | 6                      | 0,01             | 1,84                                  | 3,09                 | 0,038 | 0,07              |
| ACD                                                               | 0,08              | 6                      | 0,01             | 2,31                                  | 2,19                 | 0,038 | 0,07              |
| BCD                                                               | 0,01              | 3                      | 0,00             | 0,54                                  | 2,19                 | 0,031 | 0,06              |
| ABCD                                                              | 0,09              | 6                      | 0,02             | 2,77                                  | 2,70                 | 0,053 | 0,10              |
| Залишок                                                           | 0,80              | 141                    | 0,01             |                                       |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Л

**Результати дисперсійного аналізу показника кількості бічних галузень  
стебла в гібридів ріпаку озимого на фенофазу повного формування  
стручків (ВВСН 77–79)**

## Додаток Л. 1

**Кількість бічних галузень стебла в гібриду ріпаку озимого Домінатор (результуюча схема 4-х  
факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0,5}$ | Sd    | HP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|------------------|
| A                                                                 | 256,96               | 2                            | 128,48              | 977,90                                | 2,70                      | 0,064 | 0,13             |
| B                                                                 | 112,65               | 1                            | 112,65              | 857,42                                | 3,09                      | 0,052 | 0,10             |
| C                                                                 | 182,80               | 1                            | 182,80              | 1391,35                               | 3,94                      | 0,052 | 0,10             |
| D                                                                 | 61,20                | 3                            | 20,40               | 155,27                                | 2,70                      | 0,074 | 0,15             |
| AB                                                                | 5,68                 | 2                            | 2,84                | 21,62                                 | 3,09                      | 0,091 | 0,18             |
| AC                                                                | 0,05                 | 2                            | 0,03                | 0,20                                  | 3,09                      | 0,091 | 0,18             |
| AD                                                                | 0,57                 | 6                            | 0,10                | 0,73                                  | 3,09                      | 0,128 | 0,25             |
| BC                                                                | 0,75                 | 1                            | 0,75                | 5,71                                  | 2,19                      | 0,074 | 0,15             |
| BD                                                                | 0,07                 | 3                            | 0,02                | 0,18                                  | 3,94                      | 0,105 | 0,21             |
| CD                                                                | 0,10                 | 3                            | 0,03                | 0,25                                  | 2,70                      | 0,105 | 0,21             |
| ABC                                                               | 0,13                 | 2                            | 0,06                | 0,48                                  | 2,70                      | 0,128 | 0,25             |
| ABD                                                               | 0,11                 | 6                            | 0,02                | 0,13                                  | 3,09                      | 0,181 | 0,36             |
| ACD                                                               | 0,31                 | 6                            | 0,05                | 0,39                                  | 2,19                      | 0,181 | 0,36             |
| BCD                                                               | 0,06                 | 3                            | 0,02                | 0,14                                  | 2,19                      | 0,148 | 0,29             |
| ABCD                                                              | 0,17                 | 6                            | 0,03                | 0,21                                  | 2,70                      | 0,256 | 0,50             |
| Залишок                                                           | 18,53                | 141                          | 0,13                |                                       |                           |       |                  |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                  |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                  |

## Додаток Л. 2

**Кількість бічних галузень стебла в гібриду ріпаку озимого Абсолют (результуюча схема 4-х  
факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0,5}$ | Sd    | HP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|------------------|
| A                                                                 | 194,74               | 2                            | 97,37               | 566,65                                | 2,70                      | 0,073 | 0,14             |
| B                                                                 | 102,08               | 1                            | 102,08              | 594,06                                | 3,09                      | 0,060 | 0,12             |
| C                                                                 | 99,76                | 1                            | 99,76               | 580,58                                | 3,94                      | 0,060 | 0,12             |
| D                                                                 | 61,61                | 3                            | 20,54               | 119,51                                | 2,70                      | 0,085 | 0,17             |
| AB                                                                | 0,45                 | 2                            | 0,22                | 1,30                                  | 3,09                      | 0,104 | 0,20             |
| AC                                                                | 2,29                 | 2                            | 1,14                | 6,65                                  | 3,09                      | 0,104 | 0,20             |
| AD                                                                | 0,66                 | 6                            | 0,11                | 0,64                                  | 3,09                      | 0,147 | 0,29             |
| BC                                                                | 0,56                 | 1                            | 0,56                | 3,28                                  | 2,19                      | 0,085 | 0,17             |
| BD                                                                | 0,09                 | 3                            | 0,03                | 0,17                                  | 3,94                      | 0,120 | 0,23             |
| CD                                                                | 0,06                 | 3                            | 0,02                | 0,12                                  | 2,70                      | 0,120 | 0,23             |
| ABC                                                               | 0,33                 | 2                            | 0,16                | 0,95                                  | 2,70                      | 0,147 | 0,29             |
| ABD                                                               | 0,30                 | 6                            | 0,05                | 0,29                                  | 3,09                      | 0,207 | 0,41             |
| ACD                                                               | 0,09                 | 6                            | 0,01                | 0,08                                  | 2,19                      | 0,207 | 0,41             |
| BCD                                                               | 0,06                 | 3                            | 0,02                | 0,12                                  | 2,19                      | 0,169 | 0,33             |
| ABCD                                                              | 0,17                 | 6                            | 0,03                | 0,16                                  | 2,70                      | 0,293 | 0,57             |
| Залишок                                                           | 24,23                | 141                          | 0,17                |                                       |                           |       |                  |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                  |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                  |

## Додаток М

# Результати дисперсійного аналізу показника нагромадження сухих речовин гібридами ріпаку озимого у розрізі фенологічних фаз, г/м<sup>2</sup>

## Додаток М. 1

## Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу розетки (ВВСН 16–18) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення F <sub>ф</sub>             | Відношення F <sub>0,5</sub> | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 14342,58          | 2                      | 7171,29          | 17818,09                              | 2,70                        | 0,112 | 0,22              |
| B                                                                 | 6084,00           | 1                      | 6084,00          | 15116,57                              | 3,09                        | 0,092 | 0,18              |
| C                                                                 | 5401,76           | 1                      | 5401,76          | 13421,45                              | 3,94                        | 0,092 | 0,18              |
| D                                                                 | 0,30              | 3                      | 0,10             | 0,25                                  | 2,70                        | 0,129 | 0,25              |
| AB                                                                | 339,49            | 2                      | 169,75           | 421,76                                | 3,09                        | 0,159 | 0,31              |
| AC                                                                | 359,89            | 2                      | 179,95           | 447,10                                | 3,09                        | 0,159 | 0,31              |
| AD                                                                | 5,85              | 6                      | 0,97             | 2,42                                  | 3,09                        | 0,224 | 0,44              |
| BC                                                                | 382,16            | 1                      | 382,16           | 949,53                                | 2,19                        | 0,129 | 0,25              |
| BD                                                                | 14,36             | 3                      | 4,79             | 11,89                                 | 3,94                        | 0,183 | 0,36              |
| CD                                                                | 4,04              | 3                      | 1,35             | 3,34                                  | 2,70                        | 0,183 | 0,36              |
| ABC                                                               | 213,59            | 2                      | 106,80           | 265,35                                | 2,70                        | 0,224 | 0,44              |
| ABD                                                               | 34,03             | 6                      | 5,67             | 14,09                                 | 3,09                        | 0,317 | 0,62              |
| ACD                                                               | 6,99              | 6                      | 1,17             | 2,90                                  | 2,19                        | 0,317 | 0,62              |
| BCD                                                               | 10,84             | 3                      | 3,61             | 8,98                                  | 2,19                        | 0,259 | 0,51              |
| ABCD                                                              | 42,03             | 6                      | 7,01             | 17,41                                 | 2,70                        | 0,449 | 0,88              |
| Залишок                                                           | 56,75             | 141                    | 0,40             |                                       |                             |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                             |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                             |       |                   |

## Додаток М. 2

## Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу стеблуння (ВВСН 35–37) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення F <sub>ф</sub>             | Відношення F <sub>0,5</sub> | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 34161,28          | 2                      | 17080,64         | 107092,22                             | 2,70                        | 0,071 | 0,14              |
| B                                                                 | 31724,08          | 1                      | 31724,08         | 198903,71                             | 3,09                        | 0,058 | 0,11              |
| C                                                                 | 7659,36           | 1                      | 7659,36          | 48022,67                              | 3,94                        | 0,058 | 0,11              |
| D                                                                 | 35,05             | 3                      | 11,68            | 73,26                                 | 2,70                        | 0,082 | 0,16              |
| AB                                                                | 1492,52           | 2                      | 746,26           | 4678,90                               | 3,09                        | 0,100 | 0,20              |
| AC                                                                | 900,68            | 2                      | 450,34           | 2823,54                               | 3,09                        | 0,100 | 0,20              |
| AD                                                                | 3,35              | 6                      | 0,56             | 3,50                                  | 3,09                        | 0,141 | 0,28              |
| BC                                                                | 1885,01           | 1                      | 1885,01          | 11818,66                              | 2,19                        | 0,082 | 0,16              |
| BD                                                                | 0,89              | 3                      | 0,30             | 1,86                                  | 3,94                        | 0,115 | 0,23              |
| CD                                                                | 1,00              | 3                      | 0,33             | 2,08                                  | 2,70                        | 0,115 | 0,23              |
| ABC                                                               | 7,54              | 2                      | 3,77             | 23,64                                 | 2,70                        | 0,141 | 0,28              |
| ABD                                                               | 1,23              | 6                      | 0,21             | 1,29                                  | 3,09                        | 0,200 | 0,39              |
| ACD                                                               | 3,01              | 6                      | 0,50             | 3,14                                  | 2,19                        | 0,200 | 0,39              |
| BCD                                                               | 1,25              | 3                      | 0,42             | 2,62                                  | 2,19                        | 0,163 | 0,32              |
| ABCD                                                              | 1,21              | 6                      | 0,20             | 1,27                                  | 2,70                        | 0,282 | 0,55              |
| Залишок                                                           | 22,49             | 141                    | 0,16             |                                       |                             |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                             |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                             |       |                   |

## Додаток М. 3

**Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Домінатор на  
фенологічну фазу бутонізації (ВВСН 52–54)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 194217,28            | 2                            | 97108,64            | 24743,10                              | 2,70                      | 0,350 | 0,69              |
| B                                                                 | 94750,41             | 1                            | 94750,41            | 24142,23                              | 3,09                      | 0,286 | 0,56              |
| C                                                                 | 97799,20             | 1                            | 97799,20            | 24919,06                              | 3,94                      | 0,286 | 0,56              |
| D                                                                 | 64522,33             | 3                            | 21507,44            | 5480,06                               | 2,70                      | 0,404 | 0,79              |
| AB                                                                | 6053,42              | 2                            | 3026,71             | 771,20                                | 3,09                      | 0,495 | 0,97              |
| AC                                                                | 4001,13              | 2                            | 2000,57             | 509,74                                | 3,09                      | 0,495 | 0,97              |
| AD                                                                | 3681,33              | 6                            | 613,56              | 156,33                                | 3,09                      | 0,700 | 1,37              |
| BC                                                                | 1645,33              | 1                            | 1645,33             | 419,23                                | 2,19                      | 0,404 | 0,79              |
| BD                                                                | 834,65               | 3                            | 278,22              | 70,89                                 | 3,94                      | 0,572 | 1,12              |
| CD                                                                | 414,41               | 3                            | 138,14              | 35,20                                 | 2,70                      | 0,572 | 1,12              |
| ABC                                                               | 49,09                | 2                            | 24,54               | 6,25                                  | 2,70                      | 0,700 | 1,37              |
| ABD                                                               | 496,28               | 6                            | 82,71               | 21,08                                 | 3,09                      | 0,991 | 1,94              |
| ACD                                                               | 329,92               | 6                            | 54,99               | 14,01                                 | 2,19                      | 0,991 | 1,94              |
| BCD                                                               | 563,67               | 3                            | 187,89              | 47,87                                 | 2,19                      | 0,809 | 1,59              |
| ABCD                                                              | 104,73               | 6                            | 17,46               | 4,45                                  | 2,70                      | 1,401 | 2,75              |
| Залишок                                                           | 553,38               | 141                          | 3,92                |                                       |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток М. 4

**Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Домінатор на  
фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 63–65)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 369061,33            | 2                            | 184530,67           | 1432,66                               | 2,70                      | 2,006 | 3,93              |
| B                                                                 | 98790,45             | 1                            | 98790,45            | 766,99                                | 3,09                      | 1,638 | 3,21              |
| C                                                                 | 143008,50            | 1                            | 143008,50           | 1110,29                               | 3,94                      | 1,638 | 3,21              |
| D                                                                 | 195097,44            | 3                            | 65032,48            | 504,90                                | 2,70                      | 2,317 | 4,54              |
| AB                                                                | 1079,17              | 2                            | 539,59              | 4,19                                  | 3,09                      | 2,837 | 5,56              |
| AC                                                                | 466,66               | 2                            | 233,33              | 1,81                                  | 3,09                      | 2,837 | 5,56              |
| AD                                                                | 3214,52              | 6                            | 535,75              | 4,16                                  | 3,09                      | 4,013 | 7,86              |
| BC                                                                | 13340,00             | 1                            | 13340,00            | 103,57                                | 2,19                      | 2,317 | 4,54              |
| BD                                                                | 13085,73             | 3                            | 4361,91             | 33,86                                 | 3,94                      | 3,276 | 6,42              |
| CD                                                                | 50542,86             | 3                            | 16847,62            | 130,80                                | 2,70                      | 3,276 | 6,42              |
| ABC                                                               | 36,21                | 2                            | 18,11               | 0,14                                  | 2,70                      | 4,013 | 7,86              |
| ABD                                                               | 145,27               | 6                            | 24,21               | 0,19                                  | 3,09                      | 5,675 | 11,12             |
| ACD                                                               | 60,69                | 6                            | 10,11               | 0,08                                  | 2,19                      | 5,675 | 11,12             |
| BCD                                                               | 7165,42              | 3                            | 2388,47             | 18,54                                 | 2,19                      | 4,633 | 9,08              |
| ABCD                                                              | 79,55                | 6                            | 13,26               | 0,10                                  | 2,70                      | 8,025 | 15,73             |
| Залишок                                                           | 18161,24             | 141                          | 128,80              |                                       |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |



## Додаток М. 5

**Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Домінатор на  
фенологічну фазу повного формування стручків (ВВСН 77–79)  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення<br>$F_{0.5}$ | Sd     | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|--------|-------------------|
| A                                                                 | 814053,78            | 2                            | 407026,89           | 1686,98                               | 2,70                         | 2,746  | 5,38              |
| B                                                                 | 348570,25            | 1                            | 348570,25           | 1444,70                               | 3,09                         | 2,242  | 4,39              |
| C                                                                 | 286416,45            | 1                            | 286416,45           | 1187,10                               | 3,94                         | 2,242  | 4,39              |
| D                                                                 | 609725,48            | 3                            | 203241,83           | 842,37                                | 2,70                         | 3,171  | 6,21              |
| AB                                                                | 99888,77             | 2                            | 49944,39            | 207,00                                | 3,09                         | 3,883  | 7,61              |
| AC                                                                | 16,18                | 2                            | 8,09                | 0,03                                  | 3,09                         | 3,883  | 7,61              |
| AD                                                                | 4980,21              | 6                            | 830,03              | 3,44                                  | 3,09                         | 5,492  | 10,76             |
| BC                                                                | 68675,43             | 1                            | 68675,43            | 284,64                                | 2,19                         | 3,171  | 6,21              |
| BD                                                                | 4777,04              | 3                            | 1592,35             | 6,60                                  | 3,94                         | 4,484  | 8,79              |
| CD                                                                | 52349,31             | 3                            | 17449,77            | 72,32                                 | 2,70                         | 4,484  | 8,79              |
| ABC                                                               | 3418,06              | 2                            | 1709,03             | 7,08                                  | 2,70                         | 5,492  | 10,76             |
| ABD                                                               | 5927,96              | 6                            | 987,99              | 4,09                                  | 3,09                         | 7,767  | 15,22             |
| ACD                                                               | 7985,76              | 6                            | 1330,96             | 5,52                                  | 2,19                         | 7,767  | 15,22             |
| BCD                                                               | 8430,89              | 3                            | 2810,30             | 11,65                                 | 2,19                         | 6,341  | 12,43             |
| ABCD                                                              | 2274,72              | 6                            | 379,12              | 1,57                                  | 2,70                         | 10,984 | 21,53             |
| Залишок                                                           | 34019,78             | 141                          | 241,28              |                                       |                              |        |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                              |        |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                              |        |                   |

## Додаток М. 6

**Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну  
фазу розетки (ВВСН 16–18)  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення<br>$F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 10716,49             | 2                            | 5358,25             | 20279,75                              | 2,70                         | 0,091 | 0,18              |
| B                                                                 | 4508,56              | 1                            | 4508,56             | 17063,90                              | 3,09                         | 0,074 | 0,15              |
| C                                                                 | 3924,08              | 1                            | 3924,08             | 14851,77                              | 3,94                         | 0,074 | 0,15              |
| D                                                                 | 12,70                | 3                            | 4,23                | 16,02                                 | 2,70                         | 0,105 | 0,21              |
| AB                                                                | 547,21               | 2                            | 273,61              | 1035,53                               | 3,09                         | 0,129 | 0,25              |
| AC                                                                | 567,81               | 2                            | 283,91              | 1074,52                               | 3,09                         | 0,129 | 0,25              |
| AD                                                                | 5,87                 | 6                            | 0,98                | 3,70                                  | 3,09                         | 0,182 | 0,36              |
| BC                                                                | 390,75               | 1                            | 390,75              | 1478,90                               | 2,19                         | 0,105 | 0,21              |
| BD                                                                | 0,40                 | 3                            | 0,13                | 0,51                                  | 3,94                         | 0,148 | 0,29              |
| CD                                                                | 1,87                 | 3                            | 0,62                | 2,36                                  | 2,70                         | 0,148 | 0,29              |
| ABC                                                               | 101,82               | 2                            | 50,91               | 192,68                                | 2,70                         | 0,182 | 0,36              |
| ABD                                                               | 4,85                 | 6                            | 0,81                | 3,06                                  | 3,09                         | 0,257 | 0,50              |
| ACD                                                               | 3,42                 | 6                            | 0,57                | 2,16                                  | 2,19                         | 0,257 | 0,50              |
| BCD                                                               | 0,72                 | 3                            | 0,24                | 0,91                                  | 2,19                         | 0,210 | 0,41              |
| ABCD                                                              | 3,37                 | 6                            | 0,56                | 2,12                                  | 2,70                         | 0,363 | 0,71              |
| Залишок                                                           | 37,25                | 141                          | 0,26                |                                       |                              |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                              |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                              |       |                   |

## Додаток М. 7

**Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу стеблування (ВВСН 35–37)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 26658,77          | 2                      | 13329,39         | 5760,69                               | 2,70                 | 0,269 | 0,53              |
| B                                                                 | 22661,33          | 1                      | 22661,33         | 9793,76                               | 3,09                 | 0,220 | 0,43              |
| C                                                                 | 8563,00           | 1                      | 8563,00          | 3700,75                               | 3,94                 | 0,220 | 0,43              |
| D                                                                 | 21,12             | 3                      | 7,04             | 3,04                                  | 2,70                 | 0,311 | 0,61              |
| AB                                                                | 907,07            | 2                      | 453,54           | 196,01                                | 3,09                 | 0,380 | 0,75              |
| AC                                                                | 824,17            | 2                      | 412,09           | 178,09                                | 3,09                 | 0,380 | 0,75              |
| AD                                                                | 2,72              | 6                      | 0,45             | 0,20                                  | 3,09                 | 0,538 | 1,05              |
| BC                                                                | 1782,42           | 1                      | 1782,42          | 770,33                                | 2,19                 | 0,311 | 0,61              |
| BD                                                                | 0,70              | 3                      | 0,23             | 0,10                                  | 3,94                 | 0,439 | 0,86              |
| CD                                                                | 5,25              | 3                      | 1,75             | 0,76                                  | 2,70                 | 0,439 | 0,86              |
| ABC                                                               | 7,04              | 2                      | 3,52             | 1,52                                  | 2,70                 | 0,538 | 1,05              |
| ABD                                                               | 8,23              | 6                      | 1,37             | 0,59                                  | 3,09                 | 0,761 | 1,49              |
| ACD                                                               | 1,90              | 6                      | 0,32             | 0,14                                  | 2,19                 | 0,761 | 1,49              |
| BCD                                                               | 4,11              | 3                      | 1,37             | 0,59                                  | 2,19                 | 0,621 | 1,22              |
| ABCD                                                              | 1,46              | 6                      | 0,24             | 0,11                                  | 2,70                 | 1,076 | 2,11              |
| Залишок                                                           | 326,25            | 141                    | 2,31             |                                       |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток М. 8

**Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу бутонізації (ВВСН 52–54)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 92791,05          | 2                      | 46395,53         | 8186,65                               | 2,70                 | 0,421 | 0,82              |
| B                                                                 | 65213,87          | 1                      | 65213,87         | 11507,21                              | 3,09                 | 0,344 | 0,67              |
| C                                                                 | 74784,01          | 1                      | 74784,01         | 13195,89                              | 3,94                 | 0,344 | 0,67              |
| D                                                                 | 40397,89          | 3                      | 13465,96         | 2376,11                               | 2,70                 | 0,486 | 0,95              |
| AB                                                                | 2189,99           | 2                      | 1094,99          | 193,22                                | 3,09                 | 0,595 | 1,17              |
| AC                                                                | 1,54              | 2                      | 0,77             | 0,14                                  | 3,09                 | 0,595 | 1,17              |
| AD                                                                | 1370,03           | 6                      | 228,34           | 40,29                                 | 3,09                 | 0,842 | 1,65              |
| BC                                                                | 3590,80           | 1                      | 3590,80          | 633,61                                | 2,19                 | 0,486 | 0,95              |
| BD                                                                | 2615,94           | 3                      | 871,98           | 153,86                                | 3,94                 | 0,687 | 1,35              |
| CD                                                                | 3151,99           | 3                      | 1050,66          | 185,39                                | 2,70                 | 0,687 | 1,35              |
| ABC                                                               | 49,42             | 2                      | 24,71            | 4,36                                  | 2,70                 | 0,842 | 1,65              |
| ABD                                                               | 406,03            | 6                      | 67,67            | 11,94                                 | 3,09                 | 1,190 | 2,33              |
| ACD                                                               | 234,04            | 6                      | 39,01            | 6,88                                  | 2,19                 | 1,190 | 2,33              |
| BCD                                                               | 259,70            | 3                      | 86,57            | 15,27                                 | 2,19                 | 0,972 | 1,90              |
| ABCD                                                              | 84,62             | 6                      | 14,10            | 2,49                                  | 2,70                 | 1,683 | 3,30              |
| Залишок                                                           | 799,08            | 141                    | 5,67             |                                       |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток М. 9

**Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 63–65)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 244973,66         | 2                      | 122486,83        | 6581,39                               | 2,70                 | 0,763 | 1,49              |
| B                                                                 | 71394,61          | 1                      | 71394,61         | 3836,13                               | 3,09                 | 0,623 | 1,22              |
| C                                                                 | 81069,53          | 1                      | 81069,53         | 4355,98                               | 3,94                 | 0,623 | 1,22              |
| D                                                                 | 163181,55         | 3                      | 54393,85         | 2922,66                               | 2,70                 | 0,881 | 1,73              |
| AB                                                                | 776,37            | 2                      | 388,19           | 20,86                                 | 3,09                 | 1,079 | 2,11              |
| AC                                                                | 341,47            | 2                      | 170,74           | 9,17                                  | 3,09                 | 1,079 | 2,11              |
| AD                                                                | 2332,47           | 6                      | 388,74           | 20,89                                 | 3,09                 | 1,525 | 2,99              |
| BC                                                                | 12408,33          | 1                      | 12408,33         | 666,72                                | 2,19                 | 0,881 | 1,73              |
| BD                                                                | 19446,71          | 3                      | 6482,24          | 348,30                                | 3,94                 | 1,245 | 2,44              |
| CD                                                                | 8009,32           | 3                      | 2669,77          | 143,45                                | 2,70                 | 1,245 | 2,44              |
| ABC                                                               | 25,96             | 2                      | 12,98            | 0,70                                  | 2,70                 | 1,525 | 2,99              |
| ABD                                                               | 104,29            | 6                      | 17,38            | 0,93                                  | 3,09                 | 2,157 | 4,23              |
| ACD                                                               | 43,84             | 6                      | 7,31             | 0,39                                  | 2,19                 | 2,157 | 4,23              |
| BCD                                                               | 7167,29           | 3                      | 2389,10          | 128,37                                | 2,19                 | 1,761 | 3,45              |
| ABCD                                                              | 56,47             | 6                      | 9,41             | 0,51                                  | 2,70                 | 3,051 | 5,98              |
| Залишок                                                           | 2624,17           | 141                    | 18,61            |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

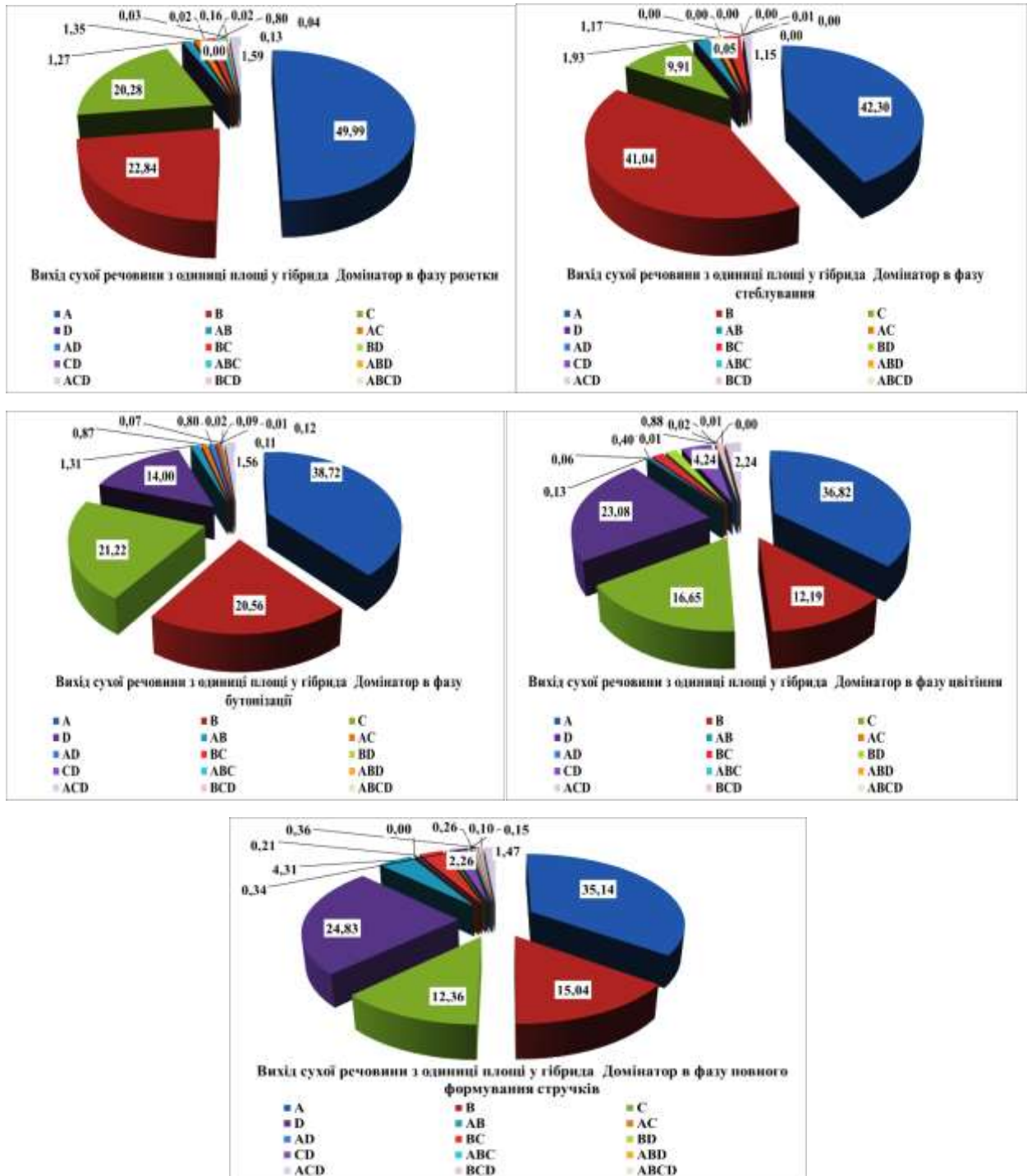
## Додаток М. 10

**Нагромадження сухої речовини рослинами гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу повного формування стручків (ВВСН 77–79)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

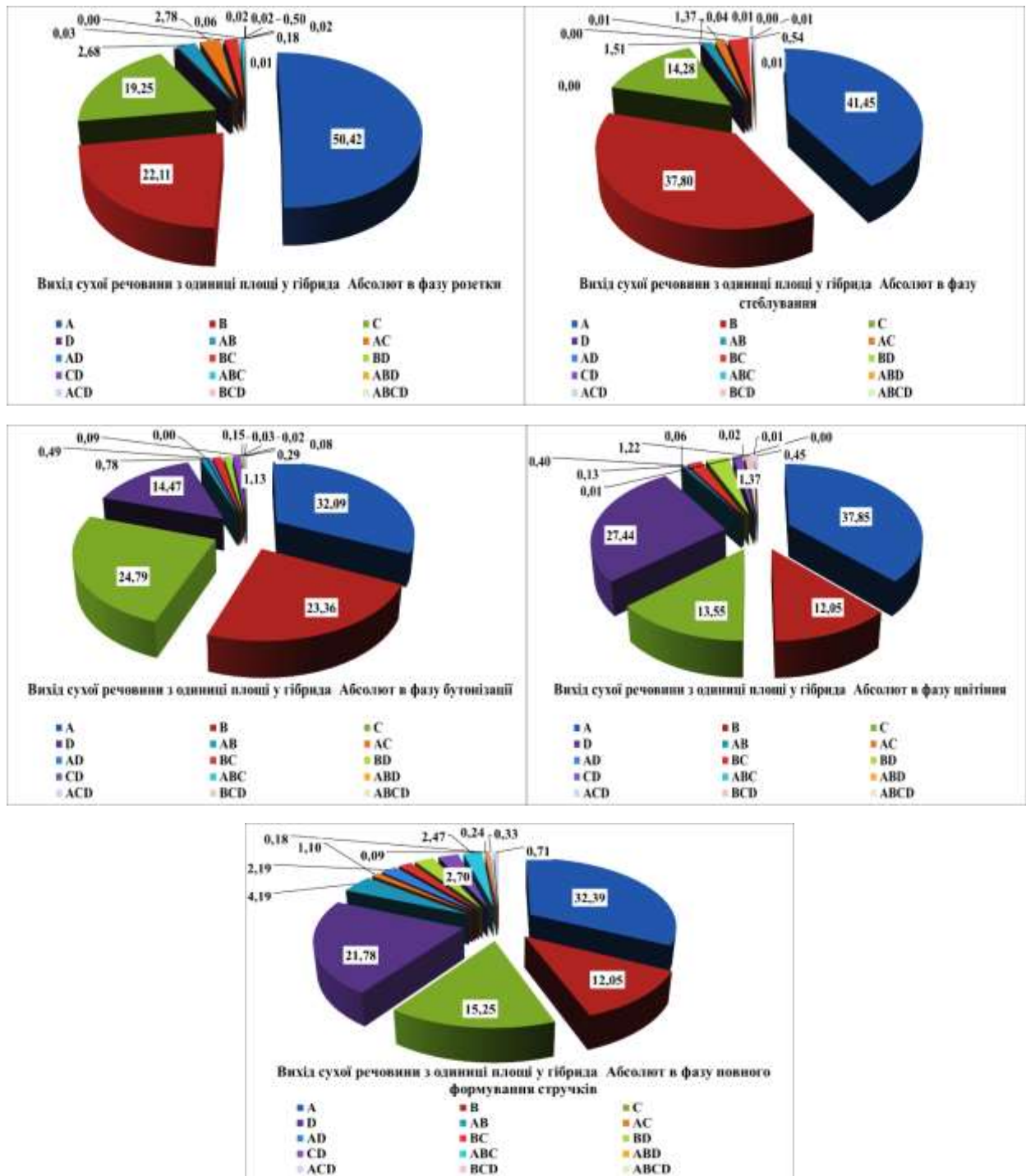
| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 556212,73         | 2                      | 278106,37        | 3235,92                               | 2,70                 | 1,639 | 3,21              |
| B                                                                 | 224051,34         | 1                      | 224051,34        | 2606,96                               | 3,09                 | 1,338 | 2,62              |
| C                                                                 | 261905,97         | 1                      | 261905,97        | 3047,42                               | 3,94                 | 1,338 | 2,62              |
| D                                                                 | 378422,11         | 3                      | 126140,70        | 1467,72                               | 2,70                 | 1,892 | 3,71              |
| AB                                                                | 72018,95          | 2                      | 36009,48         | 418,99                                | 3,09                 | 2,318 | 4,54              |
| AC                                                                | 18947,13          | 2                      | 9473,57          | 110,23                                | 3,09                 | 2,318 | 4,54              |
| AD                                                                | 37563,33          | 6                      | 6260,56          | 72,84                                 | 3,09                 | 3,278 | 6,42              |
| BC                                                                | 30294,94          | 1                      | 30294,94         | 352,50                                | 2,19                 | 1,892 | 3,71              |
| BD                                                                | 44143,70          | 3                      | 14714,57         | 171,21                                | 3,94                 | 2,676 | 5,25              |
| CD                                                                | 46367,89          | 3                      | 15455,96         | 179,84                                | 2,70                 | 2,676 | 5,25              |
| ABC                                                               | 42367,89          | 2                      | 21183,95         | 246,49                                | 2,70                 | 3,278 | 6,42              |
| ABD                                                               | 4150,84           | 6                      | 691,81           | 8,05                                  | 3,09                 | 4,635 | 9,09              |
| ACD                                                               | 3122,97           | 6                      | 520,50           | 6,06                                  | 2,19                 | 4,635 | 9,09              |
| BCD                                                               | 1501,76           | 3                      | 500,59           | 5,82                                  | 2,19                 | 3,785 | 7,42              |
| ABCD                                                              | 5738,02           | 6                      | 956,34           | 11,13                                 | 2,70                 | 6,555 | 12,85             |
| Залишок                                                           | 12118,04          | 141                    | 85,94            |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

**Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі дослідів за показником біопродуктивності за виходом сухої речовини агроценозів гібриду ріпаку озимого Домінатор у розрізі феностадійного розвитку (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків М.1–М.5)**



Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – основний блок удобрення, C – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.

**Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі дослідження за показником біопродуктивності за виходом сухої речовини з агроценозів гібриду ріпаку озимого Абсолют у розрізі феностадійного розвитку (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків М. 6–М. 10)**



Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – основний блок удобрення, C – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.

## Додаток Н

**Результати дисперсійного аналізу показника формування площі  
листяної поверхні гібридами ріпаку озимого у розрізі фенологічних фаз,  
тис м<sup>2</sup>/га**

## Додаток Н. 1

**Площа листяної поверхні в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу розетки  
(ВВСН 16–18) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення F <sub>ф</sub>        | Відно-<br>шення F <sub>0.5</sub> | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 39,53                | 2                            | 19,77               | 1686,17                               | 2,70                             | 0,019 | 0,04              |
| B                                                                 | 25,03                | 1                            | 25,03               | 2135,33                               | 3,09                             | 0,016 | 0,03              |
| C                                                                 | 25,18                | 1                            | 25,18               | 2148,13                               | 3,94                             | 0,016 | 0,03              |
| D                                                                 | 0,02                 | 3                            | 0,01                | 0,46                                  | 2,70                             | 0,022 | 0,04              |
| AB                                                                | 4,41                 | 2                            | 2,21                | 188,11                                | 3,09                             | 0,027 | 0,05              |
| AC                                                                | 3,11                 | 2                            | 1,56                | 132,66                                | 3,09                             | 0,027 | 0,05              |
| AD                                                                | 0,06                 | 6                            | 0,01                | 0,81                                  | 3,09                             | 0,038 | 0,08              |
| BC                                                                | 0,00                 | 1                            | 0,00                | 0,05                                  | 2,19                             | 0,022 | 0,04              |
| BD                                                                | 0,03                 | 3                            | 0,01                | 0,81                                  | 3,94                             | 0,031 | 0,06              |
| CD                                                                | 0,01                 | 3                            | 0,00                | 0,26                                  | 2,70                             | 0,031 | 0,06              |
| ABC                                                               | 3,52                 | 2                            | 1,76                | 150,15                                | 2,70                             | 0,038 | 0,08              |
| ABD                                                               | 0,03                 | 6                            | 0,00                | 0,37                                  | 3,09                             | 0,054 | 0,11              |
| ACD                                                               | 0,03                 | 6                            | 0,00                | 0,39                                  | 2,19                             | 0,054 | 0,11              |
| BCD                                                               | 0,02                 | 3                            | 0,01                | 0,53                                  | 2,19                             | 0,044 | 0,09              |
| ABCD                                                              | 0,02                 | 6                            | 0,00                | 0,24                                  | 2,70                             | 0,077 | 0,15              |
| Залишок                                                           | 1,65                 | 141                          | 0,01                |                                       |                                  |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                                  |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                                  |       |                   |

## Додаток Н. 2

**Площа листяної поверхні в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу  
стеблуння (ВВСН 35–37) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-  
2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення F <sub>ф</sub>        | Відно-<br>шення F <sub>0.5</sub> | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 136,73               | 2                            | 68,37               | 466,80                                | 2,70                             | 0,068 | 0,13              |
| B                                                                 | 89,87                | 1                            | 89,87               | 613,64                                | 3,09                             | 0,055 | 0,11              |
| C                                                                 | 85,83                | 1                            | 85,83               | 586,05                                | 3,94                             | 0,055 | 0,11              |
| D                                                                 | 2,22                 | 3                            | 0,74                | 5,06                                  | 2,70                             | 0,078 | 0,15              |
| AB                                                                | 14,62                | 2                            | 7,31                | 49,92                                 | 3,09                             | 0,096 | 0,19              |
| AC                                                                | 4,20                 | 2                            | 2,10                | 14,33                                 | 3,09                             | 0,096 | 0,19              |
| AD                                                                | 0,59                 | 6                            | 0,10                | 0,67                                  | 3,09                             | 0,135 | 0,27              |
| BC                                                                | 20,42                | 1                            | 20,42               | 139,43                                | 2,19                             | 0,078 | 0,15              |
| BD                                                                | 0,73                 | 3                            | 0,24                | 1,66                                  | 3,94                             | 0,110 | 0,22              |
| CD                                                                | 0,26                 | 3                            | 0,09                | 0,59                                  | 2,70                             | 0,110 | 0,22              |
| ABC                                                               | 15,91                | 2                            | 7,96                | 54,32                                 | 2,70                             | 0,135 | 0,27              |
| ABD                                                               | 0,43                 | 6                            | 0,07                | 0,48                                  | 3,09                             | 0,191 | 0,38              |
| ACD                                                               | 0,46                 | 6                            | 0,08                | 0,52                                  | 2,19                             | 0,191 | 0,38              |
| BCD                                                               | 0,06                 | 3                            | 0,02                | 0,15                                  | 2,19                             | 0,156 | 0,31              |
| ABCD                                                              | 0,11                 | 6                            | 0,02                | 0,12                                  | 2,70                             | 0,271 | 0,53              |
| Залишок                                                           | 20,65                | 141                          | 0,15                |                                       |                                  |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                                  |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                                  |       |                   |

## Додаток Н 3

**Площа листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу  
бутонізації (ВВСН 52–54)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення<br>$F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1059,24              | 2                            | 529,62              | 19236,36                              | 2,70                         | 0,029 | 0,06              |
| B                                                                 | 654,75               | 1                            | 654,75              | 23781,36                              | 3,09                         | 0,024 | 0,05              |
| C                                                                 | 837,63               | 1                            | 837,63              | 30423,61                              | 3,94                         | 0,024 | 0,05              |
| D                                                                 | 236,94               | 3                            | 78,98               | 2868,64                               | 2,70                         | 0,034 | 0,07              |
| AB                                                                | 109,50               | 2                            | 54,75               | 1988,58                               | 3,09                         | 0,041 | 0,08              |
| AC                                                                | 114,85               | 2                            | 57,43               | 2085,74                               | 3,09                         | 0,041 | 0,08              |
| AD                                                                | 3,23                 | 6                            | 0,54                | 19,57                                 | 3,09                         | 0,059 | 0,11              |
| BC                                                                | 74,01                | 1                            | 74,01               | 2688,12                               | 2,19                         | 0,034 | 0,07              |
| BD                                                                | 0,69                 | 3                            | 0,23                | 8,32                                  | 3,94                         | 0,048 | 0,09              |
| CD                                                                | 0,90                 | 3                            | 0,30                | 10,91                                 | 2,70                         | 0,048 | 0,09              |
| ABC                                                               | 35,26                | 2                            | 17,63               | 640,34                                | 2,70                         | 0,059 | 0,11              |
| ABD                                                               | 1,04                 | 6                            | 0,17                | 6,32                                  | 3,09                         | 0,083 | 0,16              |
| ACD                                                               | 2,22                 | 6                            | 0,37                | 13,44                                 | 2,19                         | 0,083 | 0,16              |
| BCD                                                               | 0,29                 | 3                            | 0,10                | 3,49                                  | 2,19                         | 0,068 | 0,13              |
| ABCD                                                              | 1,26                 | 6                            | 0,21                | 7,65                                  | 2,70                         | 0,117 | 0,23              |
| Залишок                                                           | 3,88                 | 141                          | 0,03                |                                       |                              |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                              |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                              |       |                   |

## Додаток Н. 4

**Площа листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу цвітіння  
(ВВСН 63–65)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення<br>$F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 2484,27              | 2                            | 1242,14             | 14320,41                              | 2,70                         | 0,052 | 0,10              |
| B                                                                 | 746,52               | 1                            | 746,52              | 8606,53                               | 3,09                         | 0,043 | 0,08              |
| C                                                                 | 1118,56              | 1                            | 1118,56             | 12895,73                              | 3,94                         | 0,043 | 0,08              |
| D                                                                 | 1335,61              | 3                            | 445,20              | 5132,69                               | 2,70                         | 0,060 | 0,12              |
| AB                                                                | 90,32                | 2                            | 45,16               | 520,64                                | 3,09                         | 0,074 | 0,14              |
| AC                                                                | 102,63               | 2                            | 51,32               | 591,60                                | 3,09                         | 0,074 | 0,14              |
| AD                                                                | 81,27                | 6                            | 13,55               | 156,16                                | 3,09                         | 0,104 | 0,20              |
| BC                                                                | 6,21                 | 1                            | 6,21                | 71,55                                 | 2,19                         | 0,060 | 0,12              |
| BD                                                                | 5,11                 | 3                            | 1,70                | 19,63                                 | 3,94                         | 0,085 | 0,17              |
| CD                                                                | 0,85                 | 3                            | 0,28                | 3,28                                  | 2,70                         | 0,085 | 0,17              |
| ABC                                                               | 3,81                 | 2                            | 1,90                | 21,94                                 | 2,70                         | 0,104 | 0,20              |
| ABD                                                               | 5,63                 | 6                            | 0,94                | 10,82                                 | 3,09                         | 0,147 | 0,29              |
| ACD                                                               | 0,58                 | 6                            | 0,10                | 1,12                                  | 2,19                         | 0,147 | 0,29              |
| BCD                                                               | 1,14                 | 3                            | 0,38                | 4,40                                  | 2,19                         | 0,120 | 0,24              |
| ABCD                                                              | 3,15                 | 6                            | 0,53                | 6,05                                  | 2,70                         | 0,208 | 0,41              |
| Залишок                                                           | 12,23                | 141                          | 0,09                |                                       |                              |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                              |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                              |       |                   |

## Додаток Н. 5

**Площа листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу  
дозрівання (ВВСН 83–85)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення<br>$F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 392,48               | 2                            | 196,24              | 1053,02                               | 2,70                         | 0,076 | 0,15              |
| B                                                                 | 69,76                | 1                            | 69,76               | 374,33                                | 3,09                         | 0,062 | 0,12              |
| C                                                                 | 197,70               | 1                            | 197,70              | 1060,85                               | 3,94                         | 0,062 | 0,12              |
| D                                                                 | 319,85               | 3                            | 106,62              | 572,11                                | 2,70                         | 0,088 | 0,17              |
| AB                                                                | 7,89                 | 2                            | 3,95                | 21,17                                 | 3,09                         | 0,108 | 0,21              |
| AC                                                                | 1,78                 | 2                            | 0,89                | 4,78                                  | 3,09                         | 0,108 | 0,21              |
| AD                                                                | 20,88                | 6                            | 3,48                | 18,67                                 | 3,09                         | 0,153 | 0,30              |
| BC                                                                | 3,79                 | 1                            | 3,79                | 20,31                                 | 2,19                         | 0,088 | 0,17              |
| BD                                                                | 10,18                | 3                            | 3,39                | 18,21                                 | 3,94                         | 0,125 | 0,24              |
| CD                                                                | 22,29                | 3                            | 7,43                | 39,87                                 | 2,70                         | 0,125 | 0,24              |
| ABC                                                               | 7,64                 | 2                            | 3,82                | 20,51                                 | 2,70                         | 0,153 | 0,30              |
| ABD                                                               | 5,85                 | 6                            | 0,98                | 5,23                                  | 3,09                         | 0,216 | 0,42              |
| ACD                                                               | 4,68                 | 6                            | 0,78                | 4,18                                  | 2,19                         | 0,216 | 0,42              |
| BCD                                                               | 0,89                 | 3                            | 0,30                | 1,59                                  | 2,19                         | 0,176 | 0,35              |
| ABCD                                                              | 10,51                | 6                            | 1,75                | 9,40                                  | 2,70                         | 0,305 | 0,60              |
| Залишок                                                           | 26,28                | 141                          | 0,19                |                                       |                              |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                              |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                              |       |                   |

## Додаток Н. 6

**Площа листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу розетки  
(ВВСН 16–18)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення<br>$F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 42,65                | 2                            | 21,33               | 626,06                                | 2,70                         | 0,033 | 0,06              |
| B                                                                 | 20,23                | 1                            | 20,23               | 593,91                                | 3,09                         | 0,027 | 0,05              |
| C                                                                 | 20,09                | 1                            | 20,09               | 589,80                                | 3,94                         | 0,027 | 0,05              |
| D                                                                 | 0,04                 | 3                            | 0,01                | 0,35                                  | 2,70                         | 0,038 | 0,07              |
| AB                                                                | 12,04                | 2                            | 6,02                | 176,73                                | 3,09                         | 0,046 | 0,09              |
| AC                                                                | 10,05                | 2                            | 5,03                | 147,52                                | 3,09                         | 0,046 | 0,09              |
| AD                                                                | 0,01                 | 6                            | 0,00                | 0,06                                  | 3,09                         | 0,065 | 0,13              |
| BC                                                                | 9,56                 | 1                            | 9,56                | 280,66                                | 2,19                         | 0,038 | 0,07              |
| BD                                                                | 0,01                 | 3                            | 0,00                | 0,06                                  | 3,94                         | 0,053 | 0,10              |
| CD                                                                | 0,01                 | 3                            | 0,00                | 0,05                                  | 2,70                         | 0,053 | 0,10              |
| ABC                                                               | 0,01                 | 2                            | 0,01                | 0,17                                  | 2,70                         | 0,065 | 0,13              |
| ABD                                                               | 0,02                 | 6                            | 0,00                | 0,10                                  | 3,09                         | 0,092 | 0,18              |
| ACD                                                               | 0,03                 | 6                            | 0,00                | 0,13                                  | 2,19                         | 0,092 | 0,18              |
| BCD                                                               | 0,00                 | 3                            | 0,00                | 0,04                                  | 2,19                         | 0,075 | 0,15              |
| ABCD                                                              | 0,01                 | 6                            | 0,00                | 0,06                                  | 2,70                         | 0,131 | 0,26              |
| Залишок                                                           | 4,80                 | 141                          | 0,03                |                                       |                              |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                              |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                              |       |                   |



## Додаток Н. 7

**Площа листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу  
стеблування (ВВСН 35–37)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 204,30               | 2                            | 102,15              | 4549,99                               | 2,70                      | 0,026 | 0,05              |
| B                                                                 | 133,79               | 1                            | 133,79              | 5959,30                               | 3,09                      | 0,022 | 0,04              |
| C                                                                 | 165,12               | 1                            | 165,12              | 7354,81                               | 3,94                      | 0,022 | 0,04              |
| D                                                                 | 6,90                 | 3                            | 2,30                | 102,50                                | 2,70                      | 0,031 | 0,06              |
| AB                                                                | 21,08                | 2                            | 10,54               | 469,47                                | 3,09                      | 0,037 | 0,07              |
| AC                                                                | 5,12                 | 2                            | 2,56                | 113,97                                | 3,09                      | 0,037 | 0,07              |
| AD                                                                | 31,47                | 6                            | 5,25                | 233,62                                | 3,09                      | 0,053 | 0,10              |
| BC                                                                | 20,28                | 1                            | 20,28               | 903,32                                | 2,19                      | 0,031 | 0,06              |
| BD                                                                | 0,00                 | 3                            | 0,00                | 0,07                                  | 3,94                      | 0,043 | 0,08              |
| CD                                                                | 8,27                 | 3                            | 2,76                | 122,79                                | 2,70                      | 0,043 | 0,08              |
| ABC                                                               | 0,23                 | 2                            | 0,12                | 5,23                                  | 2,70                      | 0,053 | 0,10              |
| ABD                                                               | 0,23                 | 6                            | 0,04                | 1,71                                  | 3,09                      | 0,075 | 0,15              |
| ACD                                                               | 0,71                 | 6                            | 0,12                | 5,25                                  | 2,19                      | 0,075 | 0,15              |
| BCD                                                               | 0,25                 | 3                            | 0,08                | 3,66                                  | 2,19                      | 0,061 | 0,12              |
| ABCD                                                              | 0,09                 | 6                            | 0,02                | 0,70                                  | 2,70                      | 0,106 | 0,21              |
| Залишок                                                           | 3,17                 | 141                          | 0,02                |                                       |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Н. 8

**Площа листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу бутонізації  
(ВВСН 52–54)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 1336,96              | 2                            | 668,48              | 52900,00                              | 2,70                      | 0,020 | 0,04              |
| B                                                                 | 706,10               | 1                            | 706,10              | 55877,07                              | 3,09                      | 0,016 | 0,03              |
| C                                                                 | 1007,98              | 1                            | 1007,98             | 79766,25                              | 3,94                      | 0,016 | 0,03              |
| D                                                                 | 278,88               | 3                            | 92,96               | 7356,37                               | 2,70                      | 0,023 | 0,04              |
| AB                                                                | 65,56                | 2                            | 32,78               | 2594,04                               | 3,09                      | 0,028 | 0,06              |
| AC                                                                | 67,63                | 2                            | 33,82               | 2675,94                               | 3,09                      | 0,028 | 0,06              |
| AD                                                                | 81,18                | 6                            | 13,53               | 1070,69                               | 3,09                      | 0,040 | 0,08              |
| BC                                                                | 18,63                | 1                            | 18,63               | 1473,90                               | 2,19                      | 0,023 | 0,04              |
| BD                                                                | 30,11                | 3                            | 10,04               | 794,33                                | 3,94                      | 0,032 | 0,06              |
| CD                                                                | 63,20                | 3                            | 21,07               | 1667,11                               | 2,70                      | 0,032 | 0,06              |
| ABC                                                               | 0,73                 | 2                            | 0,37                | 28,98                                 | 2,70                      | 0,040 | 0,08              |
| ABD                                                               | 3,57                 | 6                            | 0,60                | 47,10                                 | 3,09                      | 0,056 | 0,11              |
| ACD                                                               | 0,75                 | 6                            | 0,13                | 9,93                                  | 2,19                      | 0,056 | 0,11              |
| BCD                                                               | 1,12                 | 3                            | 0,37                | 29,47                                 | 2,19                      | 0,046 | 0,09              |
| ABCD                                                              | 14,98                | 6                            | 2,50                | 197,54                                | 2,70                      | 0,079 | 0,16              |
| Залишок                                                           | 1,78                 | 141                          | 0,01                |                                       |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Н. 9

**Площа листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 63–65)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 964,25            | 2                      | 482,13           | 4887,17                               | 2,70                 | 0,056 | 0,11              |
| B                                                                 | 251,08            | 1                      | 251,08           | 2545,09                               | 3,09                 | 0,045 | 0,09              |
| C                                                                 | 488,10            | 1                      | 488,10           | 4947,74                               | 3,94                 | 0,045 | 0,09              |
| D                                                                 | 561,23            | 3                      | 187,08           | 1896,35                               | 2,70                 | 0,064 | 0,13              |
| AB                                                                | 50,59             | 2                      | 25,30            | 256,41                                | 3,09                 | 0,079 | 0,15              |
| AC                                                                | 38,76             | 2                      | 19,38            | 196,45                                | 3,09                 | 0,079 | 0,15              |
| AD                                                                | 33,49             | 6                      | 5,58             | 56,58                                 | 3,09                 | 0,111 | 0,22              |
| BC                                                                | 34,15             | 1                      | 34,15            | 346,17                                | 2,19                 | 0,064 | 0,13              |
| BD                                                                | 2,10              | 3                      | 0,70             | 7,09                                  | 3,94                 | 0,091 | 0,18              |
| CD                                                                | 0,49              | 3                      | 0,16             | 1,66                                  | 2,70                 | 0,091 | 0,18              |
| ABC                                                               | 8,65              | 2                      | 4,32             | 43,84                                 | 2,70                 | 0,111 | 0,22              |
| ABD                                                               | 7,27              | 6                      | 1,21             | 12,29                                 | 3,09                 | 0,157 | 0,31              |
| ACD                                                               | 2,94              | 6                      | 0,49             | 4,97                                  | 2,19                 | 0,157 | 0,31              |
| BCD                                                               | 0,30              | 3                      | 0,10             | 1,02                                  | 2,19                 | 0,128 | 0,25              |
| ABCD                                                              | 0,57              | 6                      | 0,10             | 0,96                                  | 2,70                 | 0,222 | 0,44              |
| Залишок                                                           | 13,91             | 141                    | 0,10             |                                       |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Н. 10

**Площа листкової поверхні в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу дозрівання (ВВСН 83–85)**

**(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 166,57            | 2                      | 83,29            | 918,98                                | 2,70                 | 0,053 | 0,10              |
| B                                                                 | 49,94             | 1                      | 49,94            | 551,05                                | 3,09                 | 0,043 | 0,09              |
| C                                                                 | 100,05            | 1                      | 100,05           | 1103,97                               | 3,94                 | 0,043 | 0,09              |
| D                                                                 | 102,17            | 3                      | 34,06            | 375,77                                | 2,70                 | 0,061 | 0,12              |
| AB                                                                | 0,41              | 2                      | 0,21             | 2,28                                  | 3,09                 | 0,075 | 0,15              |
| AC                                                                | 22,28             | 2                      | 11,14            | 122,92                                | 3,09                 | 0,075 | 0,15              |
| AD                                                                | 21,54             | 6                      | 3,59             | 39,61                                 | 3,09                 | 0,106 | 0,21              |
| BC                                                                | 0,00              | 1                      | 0,00             | 0,02                                  | 2,19                 | 0,061 | 0,12              |
| BD                                                                | 0,27              | 3                      | 0,09             | 0,98                                  | 3,94                 | 0,087 | 0,17              |
| CD                                                                | 18,10             | 3                      | 6,03             | 66,57                                 | 2,70                 | 0,087 | 0,17              |
| ABC                                                               | 5,81              | 2                      | 2,91             | 32,05                                 | 2,70                 | 0,106 | 0,21              |
| ABD                                                               | 4,01              | 6                      | 0,67             | 7,38                                  | 3,09                 | 0,151 | 0,30              |
| ACD                                                               | 0,47              | 6                      | 0,08             | 0,86                                  | 2,19                 | 0,151 | 0,30              |
| BCD                                                               | 0,42              | 3                      | 0,14             | 1,54                                  | 2,19                 | 0,123 | 0,24              |
| ABCD                                                              | 0,86              | 6                      | 0,14             | 1,59                                  | 2,70                 | 0,213 | 0,42              |
| Залишок                                                           | 12,78             | 141                    | 0,09             |                                       |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток П

# Результати дисперсійного аналізу базових показників кривої індукції флуоресценції хлорофілу, відносних одиниць еталона флуоресценції

## Додаток П. 1

Початкова флуоресценція ( $F_0$ ) хлорофілу в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу (ВВСН 64–65) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_\phi$                   | Відношення $F_{0.5}$ | Sd     | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|--------|-------------------|
| A                                                                 | 66143,56          | 2                      | 33071,78         | 143,62                                | 2,30                 | 2,683  | 5,26              |
| B                                                                 | 1762479,07        | 1                      | 1762479,07       | 7653,92                               | 3,94                 | 2,190  | 4,29              |
| C                                                                 | 20484,83          | 1                      | 20484,83         | 88,96                                 | 2,70                 | 2,190  | 4,29              |
| D                                                                 | 191141,13         | 3                      | 63713,71         | 276,69                                | 2,70                 | 3,098  | 6,07              |
| AB                                                                | 55,53             | 2                      | 27,77            | 0,12                                  | 2,30                 | 3,794  | 7,44              |
| AC                                                                | 1099,51           | 2                      | 549,76           | 2,39                                  | 1,80                 | 3,794  | 7,44              |
| AD                                                                | 964,45            | 6                      | 160,74           | 0,70                                  | 1,80                 | 5,365  | 10,52             |
| BC                                                                | 4854,47           | 1                      | 4854,47          | 21,08                                 | 2,70                 | 3,098  | 6,07              |
| BD                                                                | 2834,57           | 3                      | 944,86           | 4,10                                  | 2,70                 | 4,381  | 8,59              |
| CD                                                                | 4022,03           | 3                      | 1340,68          | 5,82                                  | 1,97                 | 4,381  | 8,59              |
| ABC                                                               | 39,01             | 2                      | 19,51            | 0,08                                  | 1,80                 | 5,365  | 10,52             |
| ABD                                                               | 629,40            | 6                      | 104,90           | 0,46                                  | 1,80                 | 7,587  | 14,87             |
| ACD                                                               | 184,62            | 6                      | 30,77            | 0,13                                  | 1,50                 | 7,587  | 14,87             |
| BCD                                                               | 1081,83           | 3                      | 360,61           | 1,57                                  | 1,97                 | 6,195  | 12,14             |
| ABCD                                                              | 245,08            | 6                      | 40,85            | 0,18                                  | 1,50                 | 10,730 | 21,03             |
| Залишок                                                           | 32468,27          | 141                    | 230,27           |                                       |                      |        |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |        |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |        |                   |

## Додаток П. 2

Флуоресценція хлорофілу зони плато ( $F_p$ ) в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 64–65) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_\phi$                   | Відношення $F_{0.5}$ | Sd     | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|--------|-------------------|
| A                                                                 | 65619,13          | 2                      | 32809,57         | 153,48                                | 2,30                 | 2,585  | 5,07              |
| B                                                                 | 1748505,01        | 1                      | 1748505,01       | 8179,60                               | 3,94                 | 2,110  | 4,14              |
| C                                                                 | 20322,41          | 1                      | 20322,41         | 95,07                                 | 2,70                 | 2,110  | 4,14              |
| D                                                                 | 189625,64         | 3                      | 63208,55         | 295,69                                | 2,70                 | 2,984  | 5,85              |
| AB                                                                | 55,09             | 2                      | 27,55            | 0,13                                  | 2,30                 | 3,655  | 7,16              |
| AC                                                                | 1090,79           | 2                      | 545,40           | 2,55                                  | 1,80                 | 3,655  | 7,16              |
| AD                                                                | 956,81            | 6                      | 159,47           | 0,75                                  | 1,80                 | 5,169  | 10,13             |
| BC                                                                | 4815,98           | 1                      | 4815,98          | 22,53                                 | 2,70                 | 2,984  | 5,85              |
| BD                                                                | 2812,10           | 3                      | 937,37           | 4,39                                  | 2,70                 | 4,221  | 8,27              |
| CD                                                                | 3990,14           | 3                      | 1330,05          | 6,22                                  | 1,97                 | 4,221  | 8,27              |
| ABC                                                               | 38,70             | 2                      | 19,35            | 0,09                                  | 1,80                 | 5,169  | 10,13             |
| ABD                                                               | 624,41            | 6                      | 104,07           | 0,49                                  | 1,80                 | 7,310  | 14,33             |
| ACD                                                               | 183,15            | 6                      | 30,53            | 0,14                                  | 1,50                 | 7,310  | 14,33             |
| BCD                                                               | 1073,25           | 3                      | 357,75           | 1,67                                  | 1,97                 | 5,969  | 11,70             |
| ABCD                                                              | 243,13            | 6                      | 40,52            | 0,19                                  | 1,50                 | 10,338 | 20,26             |
| Залишок                                                           | 65619,13          | 2                      | 32809,57         | 153,48                                | 2,30                 | 2,585  | 5,07              |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |        |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |        |                   |

## Додаток П. 3

**Максимальний показник флуоресценції ( $F_m$ ) хлорофілу в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 64–65) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022–2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_\phi$                   | Відношення $F_{0.5}$ | Sd     | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|--------|-------------------|
| A                                                                 | 2345010,98        | 2                      | 1172505,49       | 1495,22                               | 2,30                 | 4,950  | 9,70              |
| B                                                                 | 27168041,78       | 1                      | 27168041,78      | 34645,57                              | 3,94                 | 4,042  | 7,92              |
| C                                                                 | 215581,15         | 1                      | 215581,15        | 274,92                                | 2,70                 | 4,042  | 7,92              |
| D                                                                 | 2205365,79        | 3                      | 735121,93        | 937,45                                | 2,70                 | 5,716  | 11,20             |
| AB                                                                | 23287,33          | 2                      | 11643,67         | 14,85                                 | 2,30                 | 7,001  | 13,72             |
| AC                                                                | 3705,96           | 2                      | 1852,98          | 2,36                                  | 1,80                 | 7,001  | 13,72             |
| AD                                                                | 22422,46          | 6                      | 3737,08          | 4,77                                  | 1,80                 | 9,901  | 19,41             |
| BC                                                                | 13983,18          | 1                      | 13983,18         | 17,83                                 | 2,70                 | 5,716  | 11,20             |
| BD                                                                | 55473,08          | 3                      | 18491,03         | 23,58                                 | 2,70                 | 8,084  | 15,84             |
| CD                                                                | 14607,82          | 3                      | 4869,27          | 6,21                                  | 1,97                 | 8,084  | 15,84             |
| ABC                                                               | 50388,15          | 2                      | 25194,08         | 32,13                                 | 1,80                 | 9,901  | 19,41             |
| ABD                                                               | 17705,28          | 6                      | 2950,88          | 3,76                                  | 1,80                 | 14,002 | 27,44             |
| ACD                                                               | 17931,41          | 6                      | 2988,57          | 3,81                                  | 1,50                 | 14,002 | 27,44             |
| BCD                                                               | 14558,42          | 3                      | 4852,81          | 6,19                                  | 1,97                 | 11,432 | 22,41             |
| ABCD                                                              | 22565,25          | 6                      | 3760,88          | 4,80                                  | 1,50                 | 19,801 | 38,81             |
| Залишок                                                           | 2345010,98        | 2                      | 1172505,49       | 1495,22                               | 2,30                 | 4,950  | 9,70              |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |        |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |        |                   |

## Додаток П. 4

**Стаціонарна флуоресценція хлорофілу ( $F_{st}$ ) в гібриду ріпаку озимого Домінатор на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 64–65) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022–2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_\phi$                   | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 63337,93          | 2                      | 31668,97         | 306,38                                | 2,30                 | 1,797 | 3,52              |
| B                                                                 | 719198,16         | 1                      | 719198,16        | 6957,80                               | 3,94                 | 1,467 | 2,88              |
| C                                                                 | 19395,45          | 1                      | 19395,45         | 187,64                                | 2,70                 | 1,467 | 2,88              |
| D                                                                 | 53092,73          | 3                      | 17697,58         | 171,21                                | 2,70                 | 2,075 | 4,07              |
| AB                                                                | 272,79            | 2                      | 136,40           | 1,32                                  | 2,30                 | 2,542 | 4,98              |
| AC                                                                | 1200,30           | 2                      | 600,15           | 5,81                                  | 1,80                 | 2,542 | 4,98              |
| AD                                                                | 445,49            | 6                      | 74,25            | 0,72                                  | 1,80                 | 3,595 | 7,05              |
| BC                                                                | 185,19            | 1                      | 185,19           | 1,79                                  | 2,70                 | 2,075 | 4,07              |
| BD                                                                | 3077,89           | 3                      | 1025,96          | 9,93                                  | 2,70                 | 2,935 | 5,75              |
| CD                                                                | 1010,93           | 3                      | 336,98           | 3,26                                  | 1,97                 | 2,935 | 5,75              |
| ABC                                                               | 55,50             | 2                      | 27,75            | 0,27                                  | 1,80                 | 3,595 | 7,05              |
| ABD                                                               | 118,87            | 6                      | 19,81            | 0,19                                  | 1,80                 | 5,083 | 9,96              |
| ACD                                                               | 175,88            | 6                      | 29,31            | 0,28                                  | 1,50                 | 5,083 | 9,96              |
| BCD                                                               | 53,23             | 3                      | 17,74            | 0,17                                  | 1,97                 | 4,151 | 8,14              |
| ABCD                                                              | 246,30            | 6                      | 41,05            | 0,40                                  | 1,50                 | 7,189 | 14,09             |
| Залишок                                                           | 14574,57          | 141                    | 103,37           |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток П. 5

**Початкова флуоресценція ( $F_0$ ) хлорофілу в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 64–65) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022–2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_\phi$                   | Відношення $F_{0.5}$ | Sd     | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|--------|-------------------|
| A                                                                 | 492206,26         | 2                      | 246103,13        | 268,52                                | 2,30                 | 5,352  | 10,49             |
| B                                                                 | 1288955,21        | 1                      | 1288955,21       | 1406,34                               | 3,94                 | 4,370  | 8,56              |
| C                                                                 | 9179,13           | 1                      | 9179,13          | 10,02                                 | 2,70                 | 4,370  | 8,56              |
| D                                                                 | 79573,82          | 3                      | 26524,61         | 28,94                                 | 2,70                 | 6,180  | 12,11             |
| AB                                                                | 14648,64          | 2                      | 7324,32          | 7,99                                  | 2,30                 | 7,569  | 14,83             |
| AC                                                                | 846,76            | 2                      | 423,38           | 0,46                                  | 1,80                 | 7,569  | 14,83             |
| AD                                                                | 1076,01           | 6                      | 179,34           | 0,20                                  | 1,80                 | 10,704 | 20,98             |
| BC                                                                | 614,91            | 1                      | 614,91           | 0,67                                  | 2,70                 | 6,180  | 12,11             |
| BD                                                                | 1881,76           | 3                      | 627,25           | 0,68                                  | 2,70                 | 8,739  | 17,13             |
| CD                                                                | 2173,17           | 3                      | 724,39           | 0,79                                  | 1,97                 | 8,739  | 17,13             |
| ABC                                                               | 294,11            | 2                      | 147,06           | 0,16                                  | 1,80                 | 10,704 | 20,98             |
| ABD                                                               | 478,57            | 6                      | 79,76            | 0,09                                  | 1,80                 | 15,137 | 29,67             |
| ACD                                                               | 463,00            | 6                      | 77,17            | 0,08                                  | 1,50                 | 15,137 | 29,67             |
| BCD                                                               | 671,32            | 3                      | 223,77           | 0,24                                  | 1,97                 | 12,359 | 24,22             |
| ABCD                                                              | 119,66            | 6                      | 19,94            | 0,02                                  | 1,50                 | 21,407 | 41,96             |
| Залишок                                                           | 129231,30         | 141                    | 916,53           |                                       |                      |        |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |        |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |        |                   |

## Додаток П. 6

**Флуоресценція хлорофілу зони плато ( $F_p$ ) в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу у цвітіння (ВВСН 64–65) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022–2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_\phi$                   | Відношення $F_{0.5}$ | Sd     | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|--------|-------------------|
| A                                                                 | 65553,58          | 2                      | 32776,79         | 143,62                                | 2,30                 | 2,671  | 5,23              |
| B                                                                 | 1746758,25        | 1                      | 1746758,25       | 7653,92                               | 3,94                 | 2,180  | 4,27              |
| C                                                                 | 20302,11          | 1                      | 20302,11         | 88,96                                 | 2,70                 | 2,180  | 4,27              |
| D                                                                 | 189436,20         | 3                      | 63145,40         | 276,69                                | 2,70                 | 3,084  | 6,04              |
| AB                                                                | 55,03             | 2                      | 27,52            | 0,12                                  | 2,30                 | 3,777  | 7,40              |
| AC                                                                | 1089,70           | 2                      | 544,85           | 2,39                                  | 1,80                 | 3,777  | 7,40              |
| AD                                                                | 955,85            | 6                      | 159,31           | 0,70                                  | 1,80                 | 5,341  | 10,47             |
| BC                                                                | 4811,17           | 1                      | 4811,17          | 21,08                                 | 2,70                 | 3,084  | 6,04              |
| BD                                                                | 2809,29           | 3                      | 936,43           | 4,10                                  | 2,70                 | 4,361  | 8,55              |
| CD                                                                | 3986,15           | 3                      | 1328,72          | 5,82                                  | 1,97                 | 4,361  | 8,55              |
| ABC                                                               | 38,66             | 2                      | 19,33            | 0,08                                  | 1,80                 | 5,341  | 10,47             |
| ABD                                                               | 623,79            | 6                      | 103,97           | 0,46                                  | 1,80                 | 7,553  | 14,80             |
| ACD                                                               | 182,97            | 6                      | 30,50            | 0,13                                  | 1,50                 | 7,553  | 14,80             |
| BCD                                                               | 1072,18           | 3                      | 357,39           | 1,57                                  | 1,97                 | 6,167  | 12,09             |
| ABCD                                                              | 242,89            | 6                      | 40,48            | 0,18                                  | 1,50                 | 10,682 | 20,94             |
| Залишок                                                           | 32178,67          | 141                    | 228,22           |                                       |                      |        |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |        |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |        |                   |

## Додаток П. 7

**Максимальний показник флуоресценції ( $F_m$ ) хлорофілу в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 64–65) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_\phi$                   | Відношення $F_{0.5}$ | Sd     | HP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|--------|------------------|
| A                                                                 | 2337996,99        | 2                      | 1168998,50       | 796,85                                | 2,30                 | 6,771  | 13,27            |
| B                                                                 | 27086781,44       | 1                      | 27086781,44      | 18463,70                              | 3,94                 | 5,528  | 10,84            |
| C                                                                 | 214936,34         | 1                      | 214936,34        | 146,51                                | 2,70                 | 5,528  | 10,84            |
| D                                                                 | 2198769,48        | 3                      | 732923,16        | 499,60                                | 2,70                 | 7,818  | 15,32            |
| AB                                                                | 23217,68          | 2                      | 11608,84         | 7,91                                  | 2,30                 | 9,575  | 18,77            |
| AC                                                                | 3694,88           | 2                      | 1847,44          | 1,26                                  | 1,80                 | 9,575  | 18,77            |
| AD                                                                | 22355,39          | 6                      | 3725,90          | 2,54                                  | 1,80                 | 13,542 | 26,54            |
| BC                                                                | 13941,36          | 1                      | 13941,36         | 9,50                                  | 2,70                 | 7,818  | 15,32            |
| BD                                                                | 55307,16          | 3                      | 18435,72         | 12,57                                 | 2,70                 | 11,057 | 21,67            |
| CD                                                                | 14564,13          | 3                      | 4854,71          | 3,31                                  | 1,97                 | 11,057 | 21,67            |
| ABC                                                               | 50237,44          | 2                      | 25118,72         | 17,12                                 | 1,80                 | 13,542 | 26,54            |
| ABD                                                               | 17652,32          | 6                      | 2942,05          | 2,01                                  | 1,80                 | 19,151 | 37,54            |
| ACD                                                               | 17877,78          | 6                      | 2979,63          | 2,03                                  | 1,50                 | 19,151 | 37,54            |
| BCD                                                               | 14514,88          | 3                      | 4838,29          | 3,30                                  | 1,97                 | 15,637 | 30,65            |
| ABCD                                                              | 22497,76          | 6                      | 3749,63          | 2,56                                  | 1,50                 | 27,083 | 53,08            |
| Залишок                                                           | 206851,09         | 141                    | 1467,03          |                                       |                      |        |                  |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |        |                  |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |        |                  |

## Додаток П. 8

**Стационарна флуоресценція хлорофілу ( $F_{st}$ ) в гібриду ріпаку озимого Абсолют на фенологічну фазу цвітіння (ВВСН 64–65) (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2022-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_\phi$                   | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|------------------|
| A                                                                 | 63464,86          | 2                      | 31732,43         | 348,26                                | 2,30                 | 1,687 | 3,31             |
| B                                                                 | 720639,44         | 1                      | 720639,44        | 7909,03                               | 3,94                 | 1,378 | 2,70             |
| C                                                                 | 19434,32          | 1                      | 19434,32         | 213,29                                | 2,70                 | 1,378 | 2,70             |
| D                                                                 | 53199,13          | 3                      | 17733,04         | 194,62                                | 2,70                 | 1,948 | 3,82             |
| AB                                                                | 273,34            | 2                      | 136,67           | 1,50                                  | 2,30                 | 2,386 | 4,68             |
| AC                                                                | 1202,71           | 2                      | 601,36           | 6,60                                  | 1,80                 | 2,386 | 4,68             |
| AD                                                                | 446,38            | 6                      | 74,40            | 0,82                                  | 1,80                 | 3,375 | 6,61             |
| BC                                                                | 185,56            | 1                      | 185,56           | 2,04                                  | 2,70                 | 1,948 | 3,82             |
| BD                                                                | 3084,06           | 3                      | 1028,02          | 11,28                                 | 2,70                 | 2,756 | 5,40             |
| CD                                                                | 1012,96           | 3                      | 337,65           | 3,71                                  | 1,97                 | 2,756 | 5,40             |
| ABC                                                               | 55,61             | 2                      | 27,81            | 0,31                                  | 1,80                 | 3,375 | 6,61             |
| ABD                                                               | 119,11            | 6                      | 19,85            | 0,22                                  | 1,80                 | 4,773 | 9,35             |
| ACD                                                               | 176,23            | 6                      | 29,37            | 0,32                                  | 1,50                 | 4,773 | 9,35             |
| BCD                                                               | 53,34             | 3                      | 17,78            | 0,20                                  | 1,97                 | 3,897 | 7,64             |
| ABCD                                                              | 246,79            | 6                      | 41,13            | 0,45                                  | 1,50                 | 6,750 | 13,23            |
| Залишок                                                           | 12847,37          | 141                    | 91,12            |                                       |                      |       |                  |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                  |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                  |

## Додаток Р

# Результати дисперсійного аналізу показників структури індивідуальної насіннєвої продуктивності

## Додаток Р. 1

## Кількість стручків на рослині в гібриду Домінатор (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 2688,49           | 2                      | 1344,24          | 381,28                                | 2,70                 | 0,332 | 0,65              |
| B                                                                 | 9605,02           | 1                      | 9605,02          | 2724,40                               | 3,09                 | 0,271 | 0,53              |
| C                                                                 | 2812,14           | 1                      | 2812,14          | 797,64                                | 3,94                 | 0,271 | 0,53              |
| D                                                                 | 2079,49           | 3                      | 693,16           | 196,61                                | 2,70                 | 0,383 | 0,75              |
| AB                                                                | 4075,73           | 2                      | 2037,87          | 578,03                                | 3,09                 | 0,469 | 0,92              |
| AC                                                                | 766,89            | 2                      | 383,44           | 108,76                                | 3,09                 | 0,469 | 0,92              |
| AD                                                                | 1638,83           | 6                      | 273,14           | 77,47                                 | 3,09                 | 0,664 | 1,30              |
| BC                                                                | 9,90              | 1                      | 9,90             | 2,81                                  | 2,19                 | 0,383 | 0,75              |
| BD                                                                | 28,91             | 3                      | 9,64             | 2,73                                  | 3,94                 | 0,542 | 1,06              |
| CD                                                                | 12,64             | 3                      | 4,21             | 1,20                                  | 2,70                 | 0,542 | 1,06              |
| ABC                                                               | 87,55             | 2                      | 43,77            | 12,42                                 | 2,70                 | 0,664 | 1,30              |
| ABD                                                               | 46,43             | 6                      | 7,74             | 2,20                                  | 3,09                 | 0,939 | 1,84              |
| ACD                                                               | 51,18             | 6                      | 8,53             | 2,42                                  | 2,19                 | 0,939 | 1,84              |
| BCD                                                               | 25,98             | 3                      | 8,66             | 2,46                                  | 2,19                 | 0,767 | 1,50              |
| ABCD                                                              | 106,67            | 6                      | 17,78            | 5,04                                  | 2,70                 | 1,328 | 2,60              |
| Залишок                                                           | 497,10            | 141                    | 3,53             |                                       |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Р 2

## Кількість насінин в стручку в гібриду Домінатор (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 34,17             | 2                      | 17,09            | 444,46                                | 2,70                 | 0,035 | 0,07              |
| B                                                                 | 26,25             | 1                      | 26,25            | 682,89                                | 3,09                 | 0,028 | 0,06              |
| C                                                                 | 20,10             | 1                      | 20,10            | 522,90                                | 3,94                 | 0,028 | 0,06              |
| D                                                                 | 8,28              | 3                      | 2,76             | 71,80                                 | 2,70                 | 0,040 | 0,08              |
| AB                                                                | 28,19             | 2                      | 14,10            | 366,68                                | 3,09                 | 0,049 | 0,10              |
| AC                                                                | 34,35             | 2                      | 17,18            | 446,83                                | 3,09                 | 0,049 | 0,10              |
| AD                                                                | 10,99             | 6                      | 1,83             | 47,65                                 | 3,09                 | 0,069 | 0,14              |
| BC                                                                | 0,00              | 1                      | 0,00             | 0,00                                  | 2,19                 | 0,040 | 0,08              |
| BD                                                                | 0,47              | 3                      | 0,16             | 4,04                                  | 3,94                 | 0,057 | 0,11              |
| CD                                                                | 0,02              | 3                      | 0,01             | 0,16                                  | 2,70                 | 0,057 | 0,11              |
| ABC                                                               | 1,14              | 2                      | 0,57             | 14,86                                 | 2,70                 | 0,069 | 0,14              |
| ABD                                                               | 1,32              | 6                      | 0,22             | 5,71                                  | 3,09                 | 0,098 | 0,19              |
| ACD                                                               | 2,09              | 6                      | 0,35             | 9,06                                  | 2,19                 | 0,098 | 0,19              |
| BCD                                                               | 0,39              | 3                      | 0,13             | 3,38                                  | 2,19                 | 0,080 | 0,16              |
| ABCD                                                              | 0,81              | 6                      | 0,13             | 3,50                                  | 2,70                 | 0,139 | 0,27              |
| Залишок                                                           | 5,42              | 141                    | 0,04             |                                       |                      |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | В – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Р. 3

**Вихід насіння з 1 м<sup>2</sup> посіву гібриду ріпаку озимого Домінатор  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення F <sub>ф</sub>        | Відно-<br>шення F <sub>0.5</sub> | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 11729,19             | 2                            | 5864,60             | 1780,22                               | 2,70                             | 0,321 | 0,63              |
| B                                                                 | 21515,48             | 1                            | 21515,48            | 6531,09                               | 3,09                             | 0,262 | 0,51              |
| C                                                                 | 12693,38             | 1                            | 12693,38            | 3853,11                               | 3,94                             | 0,262 | 0,51              |
| D                                                                 | 3828,99              | 3                            | 1276,33             | 387,43                                | 2,70                             | 0,370 | 0,73              |
| AB                                                                | 1594,21              | 2                            | 797,11              | 241,96                                | 3,09                             | 0,454 | 0,89              |
| AC                                                                | 1389,31              | 2                            | 694,66              | 210,86                                | 3,09                             | 0,454 | 0,89              |
| AD                                                                | 4163,19              | 6                            | 693,87              | 210,62                                | 3,09                             | 0,642 | 1,26              |
| BC                                                                | 900,79               | 1                            | 900,79              | 273,44                                | 2,19                             | 0,370 | 0,73              |
| BD                                                                | 55,81                | 3                            | 18,60               | 5,65                                  | 3,94                             | 0,524 | 1,03              |
| CD                                                                | 39,98                | 3                            | 13,33               | 4,05                                  | 2,70                             | 0,524 | 1,03              |
| ABC                                                               | 118,76               | 2                            | 59,38               | 18,03                                 | 2,70                             | 0,642 | 1,26              |
| ABD                                                               | 106,52               | 6                            | 17,75               | 5,39                                  | 3,09                             | 0,908 | 1,78              |
| ACD                                                               | 161,08               | 6                            | 26,85               | 8,15                                  | 2,19                             | 0,908 | 1,78              |
| BCD                                                               | 72,64                | 3                            | 24,21               | 7,35                                  | 2,19                             | 0,741 | 1,45              |
| ABCD                                                              | 205,50               | 6                            | 34,25               | 10,40                                 | 2,70                             | 1,283 | 2,52              |
| Залишок                                                           | 464,50               | 141                          | 3,29                |                                       |                                  |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                                  |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                                  |       |                   |

## Додаток Р 4

**Маса 1000 насінин у ріпаку озимого Домінатор (результуюча схема 4-х факторного  
дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення F <sub>ф</sub>        | Відно-<br>шення F <sub>0.5</sub> | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 3,88                 | 2                            | 1,94                | 1089,91                               | 2,70                             | 0,007 | 0,01              |
| B                                                                 | 3,03                 | 1                            | 3,03                | 1702,28                               | 3,09                             | 0,006 | 0,01              |
| C                                                                 | 2,12                 | 1                            | 2,12                | 1191,03                               | 3,94                             | 0,006 | 0,01              |
| D                                                                 | 0,94                 | 3                            | 0,31                | 176,24                                | 2,70                             | 0,009 | 0,02              |
| AB                                                                | 2,71                 | 2                            | 1,36                | 761,25                                | 3,09                             | 0,011 | 0,02              |
| AC                                                                | 2,36                 | 2                            | 1,18                | 662,93                                | 3,09                             | 0,011 | 0,02              |
| AD                                                                | 0,19                 | 6                            | 0,03                | 17,53                                 | 3,09                             | 0,015 | 0,03              |
| BC                                                                | 0,54                 | 1                            | 0,54                | 302,05                                | 2,19                             | 0,009 | 0,02              |
| BD                                                                | 0,01                 | 3                            | 0,00                | 2,36                                  | 3,94                             | 0,012 | 0,02              |
| CD                                                                | 0,09                 | 3                            | 0,03                | 16,32                                 | 2,70                             | 0,012 | 0,02              |
| ABC                                                               | 0,29                 | 2                            | 0,15                | 82,72                                 | 2,70                             | 0,015 | 0,03              |
| ABD                                                               | 0,02                 | 6                            | 0,00                | 2,17                                  | 3,09                             | 0,021 | 0,04              |
| ACD                                                               | 0,13                 | 6                            | 0,02                | 11,94                                 | 2,19                             | 0,021 | 0,04              |
| BCD                                                               | 0,01                 | 3                            | 0,00                | 1,68                                  | 2,19                             | 0,017 | 0,03              |
| ABCD                                                              | 0,08                 | 6                            | 0,01                | 7,09                                  | 2,70                             | 0,030 | 0,06              |
| Залишок                                                           | 0,25                 | 141                          | 0,00                |                                       |                                  |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                                  |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                                  |       |                   |



## Додаток Р. 5

**Кількість стручків на рослині в гібриді Абсолют (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 4203,13           | 2                      | 2101,56          | 283,08                                | 2,70                 | 0,482 | 0,94              |
| B                                                                 | 6787,76           | 1                      | 6787,76          | 914,30                                | 3,09                 | 0,393 | 0,77              |
| C                                                                 | 3916,85           | 1                      | 3916,85          | 527,59                                | 3,94                 | 0,393 | 0,77              |
| D                                                                 | 1506,77           | 3                      | 502,26           | 67,65                                 | 2,70                 | 0,556 | 1,09              |
| AB                                                                | 11,39             | 2                      | 5,69             | 0,77                                  | 3,09                 | 0,681 | 1,34              |
| AC                                                                | 1505,73           | 2                      | 752,86           | 101,41                                | 3,09                 | 0,681 | 1,34              |
| AD                                                                | 883,23            | 6                      | 147,21           | 19,83                                 | 3,09                 | 0,963 | 1,89              |
| BC                                                                | 843,36            | 1                      | 843,36           | 113,60                                | 2,19                 | 0,556 | 1,09              |
| BD                                                                | 70,30             | 3                      | 23,43            | 3,16                                  | 3,94                 | 0,787 | 1,54              |
| CD                                                                | 31,82             | 3                      | 10,61            | 1,43                                  | 2,70                 | 0,787 | 1,54              |
| ABC                                                               | 1972,09           | 2                      | 986,04           | 132,82                                | 2,70                 | 0,963 | 1,89              |
| ABD                                                               | 92,49             | 6                      | 15,42            | 2,08                                  | 3,09                 | 1,362 | 2,67              |
| ACD                                                               | 147,10            | 6                      | 24,52            | 3,30                                  | 2,19                 | 1,362 | 2,67              |
| BCD                                                               | 119,04            | 3                      | 39,68            | 5,34                                  | 2,19                 | 1,112 | 2,18              |
| ABCD                                                              | 549,73            | 6                      | 91,62            | 12,34                                 | 2,70                 | 1,927 | 3,78              |
| Залишок                                                           | 1046,78           | 141                    | 7,42             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Р. 6

**Кількість насінин в стручку в гібриді Абсолют (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)**

| Джерело варіації                                                  | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат | Відношення $F_{\phi}$                 | Відношення $F_{0.5}$ | Sd    | HIP <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 121,53            | 2                      | 60,77            | 1474,68                               | 2,70                 | 0,036 | 0,07              |
| B                                                                 | 88,68             | 1                      | 88,68            | 2152,13                               | 3,09                 | 0,029 | 0,06              |
| C                                                                 | 110,83            | 1                      | 110,83           | 2689,68                               | 3,94                 | 0,029 | 0,06              |
| D                                                                 | 26,34             | 3                      | 8,78             | 213,08                                | 2,70                 | 0,041 | 0,08              |
| AB                                                                | 107,44            | 2                      | 53,72            | 1303,70                               | 3,09                 | 0,051 | 0,10              |
| AC                                                                | 112,20            | 2                      | 56,10            | 1361,46                               | 3,09                 | 0,051 | 0,10              |
| AD                                                                | 62,61             | 6                      | 10,44            | 253,24                                | 3,09                 | 0,072 | 0,14              |
| BC                                                                | 4,48              | 1                      | 4,48             | 108,66                                | 2,19                 | 0,041 | 0,08              |
| BD                                                                | 0,82              | 3                      | 0,27             | 6,63                                  | 3,94                 | 0,059 | 0,11              |
| CD                                                                | 0,35              | 3                      | 0,12             | 2,79                                  | 2,70                 | 0,059 | 0,11              |
| ABC                                                               | 9,64              | 2                      | 4,82             | 116,92                                | 2,70                 | 0,072 | 0,14              |
| ABD                                                               | 0,86              | 6                      | 0,14             | 3,46                                  | 3,09                 | 0,101 | 0,20              |
| ACD                                                               | 0,23              | 6                      | 0,04             | 0,94                                  | 2,19                 | 0,101 | 0,20              |
| BCD                                                               | 1,14              | 3                      | 0,38             | 9,25                                  | 2,19                 | 0,083 | 0,16              |
| ABCD                                                              | 1,73              | 6                      | 0,29             | 6,98                                  | 2,70                 | 0,144 | 0,28              |
| Залишок                                                           | 5,81              | 141                    | 0,04             |                                       |                      |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                   |                        |                  | B – варіант основного блоку удобрення |                      |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                   |                        |                  | D – підживлення мікродобривами        |                      |       |                   |

## Додаток Р. 7

**Вихід насіння з 1 м<sup>2</sup> посіву гібриду ріпаку озимого Абсолют  
(результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення F <sub>ф</sub>        | Відно-<br>шення F <sub>0.5</sub> | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 12729,19             | 2                            | 6364,60             | 1936,17                               | 2,70                             | 0,321 | 0,63              |
| B                                                                 | 20815,48             | 1                            | 20815,48            | 6332,27                               | 3,09                             | 0,262 | 0,51              |
| C                                                                 | 13193,70             | 1                            | 13193,70            | 4013,65                               | 3,94                             | 0,262 | 0,51              |
| D                                                                 | 3028,99              | 3                            | 1009,66             | 307,15                                | 2,70                             | 0,370 | 0,73              |
| AB                                                                | 1394,99              | 2                            | 697,50              | 212,18                                | 3,09                             | 0,453 | 0,89              |
| AC                                                                | 1689,21              | 2                            | 844,61              | 256,94                                | 3,09                             | 0,453 | 0,89              |
| AD                                                                | 4163,19              | 6                            | 693,87              | 211,08                                | 3,09                             | 0,641 | 1,26              |
| BC                                                                | 800,79               | 1                            | 800,79              | 243,61                                | 2,19                             | 0,370 | 0,73              |
| BD                                                                | 55,81                | 3                            | 18,60               | 5,66                                  | 3,94                             | 0,523 | 1,03              |
| CD                                                                | 39,98                | 3                            | 13,33               | 4,05                                  | 2,70                             | 0,523 | 1,03              |
| ABC                                                               | 118,76               | 2                            | 59,38               | 18,06                                 | 2,70                             | 0,641 | 1,26              |
| ABD                                                               | 106,52               | 6                            | 17,75               | 5,40                                  | 3,09                             | 0,907 | 1,78              |
| ACD                                                               | 161,08               | 6                            | 26,85               | 8,17                                  | 2,19                             | 0,907 | 1,78              |
| BCD                                                               | 72,64                | 3                            | 24,21               | 7,37                                  | 2,19                             | 0,740 | 1,45              |
| ABCD                                                              | 205,50               | 6                            | 34,25               | 10,42                                 | 2,70                             | 1,282 | 2,51              |
| Залишок                                                           | 463,50               | 141                          | 3,29                |                                       |                                  |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                                  |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                                  |       |                   |

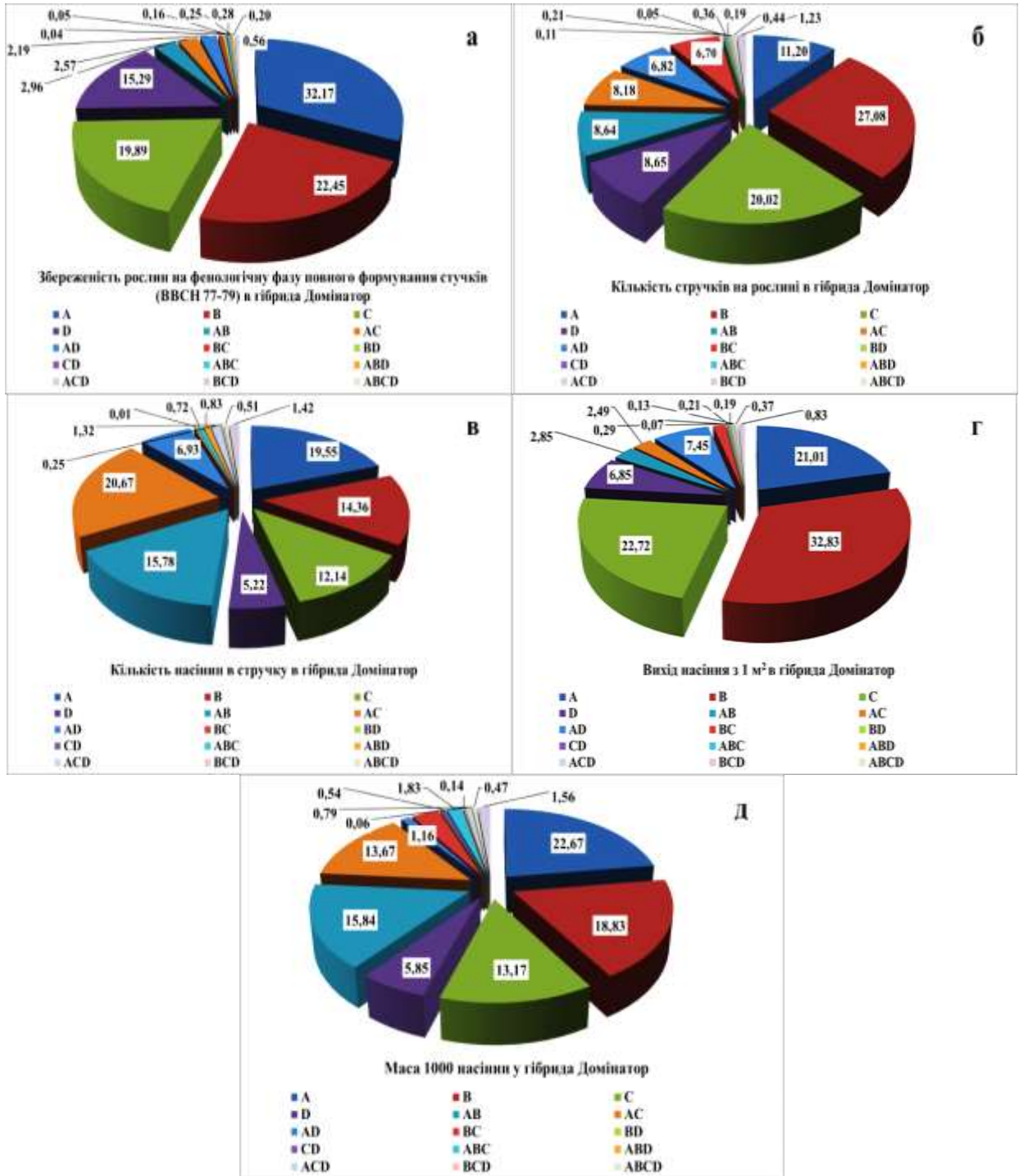
## Додаток Р 8

**Маса 1000 насінин у ріпаку озимого Абсолют (результуюча схема 4-х факторного  
дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)**

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення F <sub>ф</sub>        | Відно-<br>шення F <sub>0.5</sub> | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 4,34                 | 2                            | 2,17                | 516,42                                | 2,70                             | 0,011 | 0,02              |
| B                                                                 | 3,59                 | 1                            | 3,59                | 853,44                                | 3,09                             | 0,009 | 0,02              |
| C                                                                 | 2,29                 | 1                            | 2,29                | 544,98                                | 3,94                             | 0,009 | 0,02              |
| D                                                                 | 1,47                 | 3                            | 0,49                | 116,33                                | 2,70                             | 0,013 | 0,03              |
| AB                                                                | 2,52                 | 2                            | 1,26                | 299,86                                | 3,09                             | 0,016 | 0,03              |
| AC                                                                | 1,59                 | 2                            | 0,80                | 189,20                                | 3,09                             | 0,016 | 0,03              |
| AD                                                                | 1,34                 | 6                            | 0,22                | 53,15                                 | 3,09                             | 0,023 | 0,04              |
| BC                                                                | 0,02                 | 1                            | 0,02                | 4,96                                  | 2,19                             | 0,013 | 0,03              |
| BD                                                                | 0,11                 | 3                            | 0,04                | 8,47                                  | 3,94                             | 0,019 | 0,04              |
| CD                                                                | 0,12                 | 3                            | 0,04                | 9,63                                  | 2,70                             | 0,019 | 0,04              |
| ABC                                                               | 0,29                 | 2                            | 0,15                | 34,69                                 | 2,70                             | 0,023 | 0,04              |
| ABD                                                               | 0,16                 | 6                            | 0,03                | 6,36                                  | 3,09                             | 0,032 | 0,06              |
| ACD                                                               | 0,22                 | 6                            | 0,04                | 8,89                                  | 2,19                             | 0,032 | 0,06              |
| BCD                                                               | 0,02                 | 3                            | 0,01                | 1,93                                  | 2,19                             | 0,026 | 0,05              |
| ABCD                                                              | 0,09                 | 6                            | 0,01                | 3,51                                  | 2,70                             | 0,046 | 0,09              |
| Залишок                                                           | 0,59                 | 141                          | 0,00                |                                       |                                  |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                                  |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                                  |       |                   |

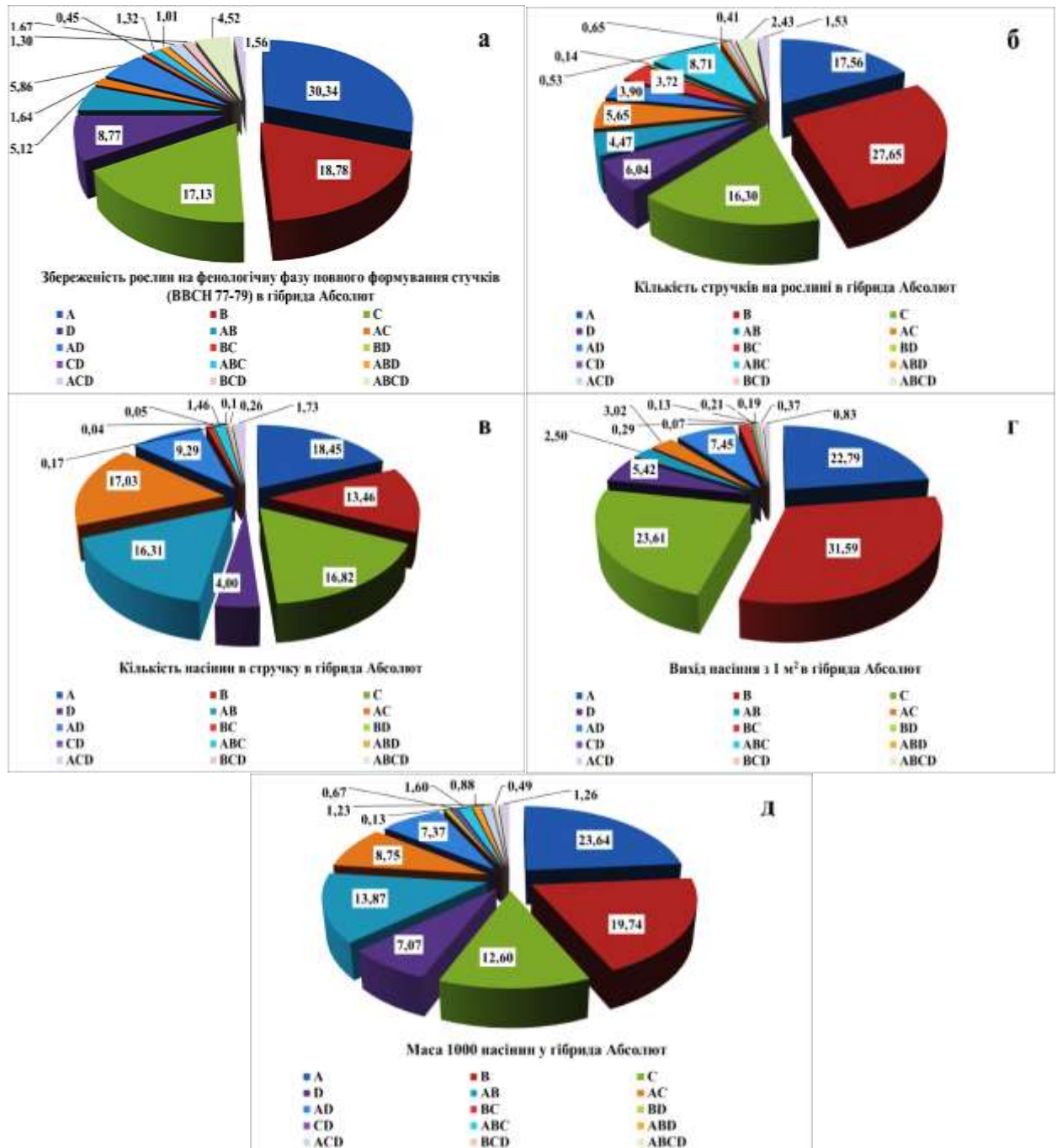
**Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі досліджу за показником структури індивідуальної насіннєвої продуктивності рослин гібриду ріпаку озимого Домінатор**

**(у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків С. 1–С. 4)**



Примітка: A – гідротермічні умови року як фактор, B – основний блок удобрення, C – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; AB, BC, CD, ABCD – взаємодія чинників.

**Результати аналізу частки впливу факторів у багатфакторній схемі досліджу за показником структури індивідуальної насіннєвої продуктивності рослин гібриду ріпаку озимого Абсолют (у масиві даних за період 2022–2025 рр., на підставі даних Додатків С. 5–С. 8).**



*Примітка: А – гідротермічні умови року як фактор, В – основний блок удобрення, С – застосування морфорегуляторів росту; D – позакореневі підживлення; АВ, ВС, CD, ABCD – взаємодія чинників.*

Додаток У

# Результати дисперсійного аналізу урожайності досліджуваних гібридів ріпаку озимого, т/га

Додаток У. 1

## Урожайність насіння гібриду Домінатор (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 26,09                | 2                            | 13,05               | 537,81                                | 2,70                      | 0,028 | 0,05              |
| B                                                                 | 25,58                | 1                            | 25,58               | 1054,60                               | 3,09                      | 0,022 | 0,04              |
| C                                                                 | 25,07                | 1                            | 25,07               | 1033,57                               | 3,94                      | 0,022 | 0,04              |
| D                                                                 | 7,43                 | 3                            | 2,48                | 102,10                                | 2,70                      | 0,032 | 0,06              |
| AB                                                                | 3,23                 | 2                            | 1,61                | 66,57                                 | 3,09                      | 0,039 | 0,08              |
| AC                                                                | 0,16                 | 2                            | 0,08                | 3,36                                  | 3,09                      | 0,039 | 0,08              |
| AD                                                                | 6,92                 | 6                            | 1,15                | 47,53                                 | 3,09                      | 0,055 | 0,11              |
| BC                                                                | 0,16                 | 1                            | 0,16                | 6,65                                  | 2,19                      | 0,032 | 0,06              |
| BD                                                                | 0,09                 | 3                            | 0,03                | 1,25                                  | 3,94                      | 0,045 | 0,09              |
| CD                                                                | 0,00                 | 3                            | 0,00                | 0,05                                  | 2,70                      | 0,045 | 0,09              |
| ABC                                                               | 0,99                 | 2                            | 0,50                | 20,49                                 | 2,70                      | 0,055 | 0,11              |
| ABD                                                               | 0,16                 | 6                            | 0,03                | 1,08                                  | 3,09                      | 0,078 | 0,15              |
| ACD                                                               | 0,15                 | 6                            | 0,02                | 1,03                                  | 2,19                      | 0,078 | 0,15              |
| BCD                                                               | 0,08                 | 3                            | 0,03                | 1,10                                  | 2,19                      | 0,064 | 0,12              |
| ABCD                                                              | 0,51                 | 6                            | 0,09                | 3,53                                  | 2,70                      | 0,110 | 0,22              |
| Залишок                                                           | 3,42                 | 141                          | 0,02                |                                       |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

Додаток У. 2

## Урожайність насіння в гібриду Абсолют (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 28,47                | 2                            | 14,23               | 404,77                                | 2,70                      | 0,033 | 0,06              |
| B                                                                 | 38,77                | 1                            | 38,77               | 1102,63                               | 3,09                      | 0,027 | 0,05              |
| C                                                                 | 20,51                | 1                            | 20,51               | 583,41                                | 3,94                      | 0,027 | 0,05              |
| D                                                                 | 11,73                | 3                            | 3,91                | 111,23                                | 2,70                      | 0,038 | 0,08              |
| AB                                                                | 1,12                 | 2                            | 0,56                | 15,96                                 | 3,09                      | 0,047 | 0,09              |
| AC                                                                | 0,87                 | 2                            | 0,44                | 12,41                                 | 3,09                      | 0,047 | 0,09              |
| AD                                                                | 6,11                 | 6                            | 1,02                | 28,95                                 | 3,09                      | 0,066 | 0,13              |
| BC                                                                | 0,03                 | 1                            | 0,03                | 0,77                                  | 2,19                      | 0,038 | 0,08              |
| BD                                                                | 0,24                 | 3                            | 0,08                | 2,26                                  | 3,94                      | 0,054 | 0,11              |
| CD                                                                | 0,27                 | 3                            | 0,09                | 2,60                                  | 2,70                      | 0,054 | 0,11              |
| ABC                                                               | 2,15                 | 2                            | 1,08                | 30,59                                 | 2,70                      | 0,066 | 0,13              |
| ABD                                                               | 0,67                 | 6                            | 0,11                | 3,16                                  | 3,09                      | 0,094 | 0,18              |
| ACD                                                               | 0,18                 | 6                            | 0,03                | 0,87                                  | 2,19                      | 0,094 | 0,18              |
| BCD                                                               | 0,24                 | 3                            | 0,08                | 2,29                                  | 2,19                      | 0,077 | 0,15              |
| ABCD                                                              | 1,59                 | 6                            | 0,27                | 7,55                                  | 2,70                      | 0,133 | 0,26              |
| Залишок                                                           | 4,96                 | 141                          | 0,04                |                                       |                           |       |                   |
| A – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | B – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| C – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

## Додаток Ф

**Урожайність гібридів ріпаку озимого у розрізі років досліджень залежно від варіантів досліду (результати дисперсійного 3-х факторного польового досліду, 2023–2025 рр.)**

## Додаток Ф. 1

**Урожайність гібриду озимого ріпаку Домінатор, т/га  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового досліду, 2023 р.)**

| Джерело варіації                      | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат  | Відношення $F_\phi$ | Відношення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| B                                     | 8,23              | 1                      | 8,23              | 208,20              | 2,30                 | 0,050           | 0,10              |
| C                                     | 19,31             | 1                      | 19,31             | 488,38              | 3,94                 | 0,050           | 0,10              |
| D                                     | 2,62              | 3                      | 0,87              | 22,10               | 2,70                 | 0,070           | 0,14              |
| BC                                    | 0,48              | 1                      | 0,48              | 12,09               | 2,30                 | 0,070           | 0,14              |
| BD                                    | 0,15              | 3                      | 0,05              | 1,23                | 1,80                 | 0,099           | 0,20              |
| CD                                    | 0,09              | 3                      | 0,03              | 0,75                | 2,70                 | 0,099           | 0,20              |
| BCD                                   | 0,33              | 3                      | 0,11              | 2,75                | 1,80                 | 0,141           | 0,28              |
| Залишок                               | 1,78              | 45                     | 0,04              | 1,00                | 1,00                 |                 |                   |
| B – варіант основного блоку удобрення |                   |                        | C – рістрегуляція |                     |                      | D – підживлення |                   |

## Додаток Ф. 2

**Урожайність гібриду озимого ріпаку Домінатор, т/га  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового досліду, 2024 р.)**

| Джерело варіації                      | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат  | Відношення $F_\phi$ | Відношення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| B                                     | 24,53             | 1                      | 24,53             | 625,77              | 2,30                 | 0,049           | 0,10              |
| C                                     | 11,56             | 1                      | 11,56             | 294,93              | 3,94                 | 0,049           | 0,10              |
| D                                     | 7,68              | 3                      | 2,56              | 65,30               | 2,70                 | 0,070           | 0,14              |
| BC                                    | 0,26              | 1                      | 0,26              | 6,70                | 2,30                 | 0,070           | 0,14              |
| BD                                    | 0,01              | 3                      | 0,00              | 0,10                | 1,80                 | 0,099           | 0,20              |
| CD                                    | 0,05              | 3                      | 0,02              | 0,46                | 2,70                 | 0,099           | 0,20              |
| BCD                                   | 0,20              | 3                      | 0,07              | 1,70                | 1,80                 | 0,140           | 0,28              |
| Залишок                               | 1,76              | 45                     | 0,04              | 1,00                | 1,00                 |                 |                   |
| B – варіант основного блоку удобрення |                   |                        | C – рістрегуляція |                     |                      | D – підживлення |                   |

## Додаток Ф. 3

**Урожайність гібриду озимого ріпаку Домінатор, т/га  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового досліду, 2025 р.)**

| Джерело варіації                      | Величина варіації | Число ступенів свободи | Середній квадрат  | Відношення $F_\phi$ | Відношення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| B                                     | 19,14             | 1                      | 19,14             | 397,81              | 2,30                 | 0,055           | 0,11              |
| C                                     | 8,88              | 1                      | 8,88              | 184,56              | 3,94                 | 0,055           | 0,11              |
| D                                     | 8,76              | 3                      | 2,92              | 60,69               | 2,70                 | 0,078           | 0,15              |
| BC                                    | 0,26              | 1                      | 0,26              | 5,41                | 2,30                 | 0,078           | 0,15              |
| BD                                    | 0,07              | 3                      | 0,02              | 0,47                | 1,80                 | 0,110           | 0,22              |
| CD                                    | 0,07              | 3                      | 0,02              | 0,50                | 2,70                 | 0,110           | 0,22              |
| BCD                                   | 0,04              | 3                      | 0,01              | 0,27                | 1,80                 | 0,155           | 0,31              |
| Залишок                               | 2,17              | 45                     | 0,05              | 1,00                | 1,00                 |                 |                   |
| B – варіант основного блоку удобрення |                   |                        | C – рістрегуляція |                     |                      | D – підживлення |                   |

Додаток Ф. 4

**Урожайність гібриду озимого ріпаку Абсолют, т/га  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового дослід, 2023 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 12,51                | 1                            | 12,51               | 148,55                   | 2,30                      | 0,073           | 0,14              |
| C                                        | 13,02                | 1                            | 13,02               | 154,70                   | 3,94                      | 0,073           | 0,14              |
| D                                        | 4,89                 | 3                            | 1,63                | 19,34                    | 2,70                      | 0,103           | 0,20              |
| BC                                       | 5,97                 | 1                            | 5,97                | 70,94                    | 2,30                      | 0,103           | 0,20              |
| BD                                       | 0,83                 | 3                            | 0,28                | 3,27                     | 1,80                      | 0,145           | 0,29              |
| CD                                       | 0,40                 | 3                            | 0,13                | 1,60                     | 2,70                      | 0,145           | 0,29              |
| BCD                                      | 2,58                 | 3                            | 0,86                | 10,20                    | 1,80                      | 0,205           | 0,41              |
| Залишок                                  | 3,79                 | 45                           | 0,08                | 1,00                     | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

Додаток Ф. 5

**Урожайність гібриду озимого ріпаку Абсолют, т/га  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового дослід, 2024 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 23,56                | 1                            | 23,56               | 1047,65                  | 2,30                      | 0,037           | 0,07              |
| C                                        | 7,67                 | 1                            | 7,67                | 340,90                   | 3,94                      | 0,037           | 0,07              |
| D                                        | 5,89                 | 3                            | 1,96                | 87,26                    | 2,70                      | 0,053           | 0,11              |
| BC                                       | 0,05                 | 1                            | 0,05                | 2,08                     | 2,30                      | 0,053           | 0,11              |
| BD                                       | 0,44                 | 3                            | 0,15                | 6,50                     | 1,80                      | 0,075           | 0,15              |
| CD                                       | 0,01                 | 3                            | 0,00                | 0,22                     | 2,70                      | 0,075           | 0,15              |
| BCD                                      | 0,01                 | 3                            | 0,00                | 0,11                     | 1,80                      | 0,106           | 0,21              |
| Залишок                                  | 1,01                 | 45                           | 0,02                | 1,00                     | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

Додаток Ф. 6

**Урожайність гібриду озимого ріпаку Абсолют, т/га  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового дослід, 2025 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 10,42                | 1                            | 10,42               | 406,25                   | 2,30                      | 0,040           | 0,08              |
| C                                        | 4,41                 | 1                            | 4,41                | 171,99                   | 3,94                      | 0,040           | 0,08              |
| D                                        | 6,84                 | 3                            | 2,28                | 88,88                    | 2,70                      | 0,057           | 0,11              |
| BC                                       | 0,09                 | 1                            | 0,09                | 3,51                     | 2,30                      | 0,057           | 0,11              |
| BD                                       | 0,02                 | 3                            | 0,01                | 0,32                     | 1,80                      | 0,080           | 0,16              |
| CD                                       | 0,08                 | 3                            | 0,03                | 1,05                     | 2,70                      | 0,080           | 0,16              |
| BCD                                      | 0,08                 | 3                            | 0,03                | 1,05                     | 1,80                      | 0,113           | 0,23              |
| Залишок                                  | 1,15                 | 45                           | 0,03                | 1,00                     | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

Додаток X

# Результати дисперсійного аналізу олійності досліджуваних гібридів ріпаку озимого, %

Додаток X. 1

## Олійність насіння гібриду Домінатор (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 180,96               | 2                            | 90,48               | 4431,48                               | 2,70                      | 0,025 | 0,05              |
| B                                                                 | 105,96               | 1                            | 105,96              | 5189,65                               | 3,09                      | 0,021 | 0,04              |
| C                                                                 | 88,77                | 1                            | 88,77               | 4347,73                               | 3,94                      | 0,021 | 0,04              |
| D                                                                 | 138,76               | 3                            | 46,25               | 2265,37                               | 2,70                      | 0,029 | 0,06              |
| AB                                                                | 40,29                | 2                            | 20,15               | 986,65                                | 3,09                      | 0,036 | 0,07              |
| AC                                                                | 22,10                | 2                            | 11,05               | 541,20                                | 3,09                      | 0,036 | 0,07              |
| AD                                                                | 40,53                | 6                            | 6,76                | 330,84                                | 3,09                      | 0,051 | 0,10              |
| BC                                                                | 16,36                | 1                            | 16,36               | 801,11                                | 2,19                      | 0,029 | 0,06              |
| BD                                                                | 20,25                | 3                            | 6,75                | 330,60                                | 3,94                      | 0,041 | 0,08              |
| CD                                                                | 20,04                | 3                            | 6,68                | 327,17                                | 2,70                      | 0,041 | 0,08              |
| ABC                                                               | 10,60                | 2                            | 5,30                | 259,58                                | 2,70                      | 0,051 | 0,10              |
| ABD                                                               | 9,25                 | 6                            | 1,54                | 75,51                                 | 3,09                      | 0,071 | 0,14              |
| ACD                                                               | 9,23                 | 6                            | 1,54                | 75,34                                 | 2,19                      | 0,071 | 0,14              |
| BCD                                                               | 10,05                | 3                            | 3,35                | 164,07                                | 2,19                      | 0,058 | 0,11              |
| ABCD                                                              | 12,56                | 6                            | 2,09                | 102,53                                | 2,70                      | 0,101 | 0,20              |
| Залишок                                                           | 2,88                 | 141                          | 0,02                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |

Додаток X. 2

## Олійність насіння гібриду Абсолют (результуюча схема 4-х факторного дисперсійного аналізу, 2023-2025 рр.)

| Джерело<br>варіації                                               | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_{\phi}$            | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd    | НІР <sub>05</sub> |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------|
| A                                                                 | 299,78               | 2                            | 149,89              | 2022,68                               | 2,70                      | 0,048 | 0,09              |
| B                                                                 | 150,67               | 1                            | 150,67              | 2033,21                               | 3,09                      | 0,039 | 0,08              |
| C                                                                 | 204,45               | 1                            | 204,45              | 2758,94                               | 3,94                      | 0,039 | 0,08              |
| D                                                                 | 211,55               | 3                            | 70,52               | 951,58                                | 2,70                      | 0,056 | 0,11              |
| AB                                                                | 50,35                | 2                            | 25,18               | 339,72                                | 3,09                      | 0,068 | 0,13              |
| AC                                                                | 30,89                | 2                            | 15,45               | 208,42                                | 3,09                      | 0,068 | 0,13              |
| AD                                                                | 110,88               | 6                            | 18,48               | 249,38                                | 3,09                      | 0,096 | 0,19              |
| BC                                                                | 25,69                | 1                            | 25,69               | 346,67                                | 2,19                      | 0,056 | 0,11              |
| BD                                                                | 40,08                | 3                            | 13,36               | 180,29                                | 3,94                      | 0,079 | 0,15              |
| CD                                                                | 32,58                | 3                            | 10,86               | 146,55                                | 2,70                      | 0,079 | 0,15              |
| ABC                                                               | 22,08                | 2                            | 11,04               | 148,98                                | 2,70                      | 0,096 | 0,19              |
| ABD                                                               | 24,21                | 6                            | 4,04                | 54,45                                 | 3,09                      | 0,136 | 0,27              |
| ACD                                                               | 22,36                | 6                            | 3,73                | 50,29                                 | 2,19                      | 0,136 | 0,27              |
| BCD                                                               | 28,39                | 3                            | 9,46                | 127,70                                | 2,19                      | 0,111 | 0,22              |
| ABCD                                                              | 20,56                | 6                            | 3,43                | 46,24                                 | 2,70                      | 0,192 | 0,38              |
| Залишок                                                           | 10,45                | 141                          | 0,07                |                                       |                           |       |                   |
| А – чинник умов року                                              |                      |                              |                     | В – варіант основного блоку удобрення |                           |       |                   |
| С – застосування ріст регулюючих препаратів з фунгіцидним ефектом |                      |                              |                     | D – підживлення мікродобривами        |                           |       |                   |



## Додаток Ц

**Олійність насіння гібридів ріпаку озимого у розрізі років досліджень  
залежно від варіантів досліду (результати дисперсійного 3-х факторного  
польового досліду, 2023–2025 рр.)**

## Додаток Ц. 1

**Олійність насіння гібриду озимого ріпаку Домінатор, %  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового досліду, 2023 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 1,81                 | 1                            | 1,80                | 59,12                    | 2,30                      | 0,044           | 0,09              |
| C                                        | 3,22                 | 1                            | 3,20                | 105,11                   | 3,94                      | 0,044           | 0,09              |
| D                                        | 5,43                 | 3                            | 1,81                | 59,45                    | 2,70                      | 0,062           | 0,12              |
| BC                                       | 1,82                 | 1                            | 1,82                | 59,78                    | 2,30                      | 0,062           | 0,12              |
| BD                                       | 1,15                 | 3                            | 0,38                | 12,59                    | 1,80                      | 0,087           | 0,17              |
| CD                                       | 2,12                 | 3                            | 0,71                | 23,21                    | 2,70                      | 0,087           | 0,17              |
| BCD                                      | 1,35                 | 3                            | 0,45                | 14,78                    | 1,80                      | 0,124           | 0,25              |
| Залишок                                  | 1,37                 | 45                           | 0,03                | 1                        | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

## Додаток Ц. 2

**Олійність насіння гібриду озимого ріпаку Домінатор, %  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового досліду, 2024 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 2,93                 | 1                            | 2,93                | 124,39                   | 2,30                      | 0,038           | 0,08              |
| C                                        | 5,58                 | 1                            | 5,58                | 236,89                   | 3,94                      | 0,038           | 0,08              |
| D                                        | 11,33                | 3                            | 3,78                | 160,33                   | 2,70                      | 0,054           | 0,11              |
| BC                                       | 6,26                 | 1                            | 6,26                | 265,75                   | 2,30                      | 0,054           | 0,11              |
| BD                                       | 3,13                 | 3                            | 1,04                | 44,29                    | 1,80                      | 0,077           | 0,15              |
| CD                                       | 1,89                 | 3                            | 0,63                | 26,75                    | 2,70                      | 0,077           | 0,15              |
| BCD                                      | 2,56                 | 3                            | 0,85                | 36,23                    | 1,80                      | 0,108           | 0,22              |
| Залишок                                  | 1,06                 | 45                           | 0,02                | 1                        | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

## Додаток Ц. 3

**Олійність насіння гібриду озимого ріпаку Домінатор, %  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового досліду, 2025 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 2,08                 | 1                            | 2,08                | 90,87                    | 2,30                      | 0,038           | 0,08              |
| C                                        | 4,29                 | 1                            | 4,29                | 187,43                   | 3,94                      | 0,038           | 0,08              |
| D                                        | 8,84                 | 3                            | 2,95                | 128,74                   | 2,70                      | 0,053           | 0,11              |
| BC                                       | 3,88                 | 1                            | 3,88                | 169,51                   | 2,30                      | 0,053           | 0,11              |
| BD                                       | 1,25                 | 3                            | 0,42                | 18,20                    | 1,80                      | 0,075           | 0,15              |
| CD                                       | 1,29                 | 3                            | 0,43                | 18,79                    | 2,70                      | 0,075           | 0,15              |
| BCD                                      | 1,23                 | 3                            | 0,41                | 17,91                    | 1,80                      | 0,107           | 0,21              |
| Залишок                                  | 1,03                 | 45                           | 0,02                | 1                        | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

## Додаток Ц. 4

**Олійність насіння гібриду озимого ріпаку Абсолют, %  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового дослід, 2023 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 2,33                 | 1                            | 2,33                | 106,99                   | 2,30                      | 0,037           | 0,07              |
| C                                        | 4,02                 | 1                            | 4,02                | 184,59                   | 3,94                      | 0,037           | 0,07              |
| D                                        | 6,45                 | 3                            | 2,15                | 98,72                    | 2,70                      | 0,052           | 0,10              |
| BC                                       | 2,24                 | 1                            | 2,24                | 102,86                   | 2,30                      | 0,052           | 0,10              |
| BD                                       | 0,95                 | 3                            | 0,32                | 14,54                    | 1,80                      | 0,074           | 0,15              |
| CD                                       | 0,63                 | 3                            | 0,21                | 9,64                     | 2,70                      | 0,074           | 0,15              |
| BCD                                      | 0,85                 | 3                            | 0,28                | 13,01                    | 1,80                      | 0,104           | 0,21              |
| Залишок                                  | 0,98                 | 45                           | 0,02                | 1                        | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

## Додаток Ц. 5

**Олійність насіння гібриду озимого ріпаку Абсолют, %  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового дослід, 2024 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 2,29                 | 1                            | 2,29                | 303,09                   | 2,30                      | 0,022           | 0,04              |
| C                                        | 3,54                 | 1                            | 3,54                | 468,53                   | 3,94                      | 0,022           | 0,04              |
| D                                        | 6,08                 | 3                            | 2,03                | 268,24                   | 2,70                      | 0,031           | 0,06              |
| BC                                       | 2,16                 | 1                            | 2,16                | 285,88                   | 2,30                      | 0,031           | 0,06              |
| BD                                       | 1,05                 | 3                            | 0,35                | 46,32                    | 1,80                      | 0,044           | 0,09              |
| CD                                       | 0,75                 | 3                            | 0,25                | 33,09                    | 2,70                      | 0,044           | 0,09              |
| BCD                                      | 0,98                 | 3                            | 0,33                | 43,24                    | 1,80                      | 0,062           | 0,12              |
| Залишок                                  | 0,34                 | 45                           | 0,01                | 1                        | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

## Додаток Ц. 6

**Олійність насіння гібриду озимого ріпаку Абсолют, %  
(результати дисперсійного 3-х факторного польового дослід, 2025 р.)**

| Джерело<br>варіації                      | Величина<br>варіації | Число<br>ступенів<br>свободи | Середній<br>квадрат | Відно-<br>шення $F_\phi$ | Відно-<br>шення $F_{0.5}$ | Sd              | НІР <sub>05</sub> |
|------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| B                                        | 0,98                 | 1                            | 0,98                | 163,33                   | 2,30                      | 0,019           | 0,04              |
| C                                        | 1,59                 | 1                            | 1,59                | 265,00                   | 3,94                      | 0,019           | 0,04              |
| D                                        | 2,69                 | 3                            | 0,90                | 149,44                   | 2,70                      | 0,027           | 0,05              |
| BC                                       | 0,45                 | 1                            | 0,45                | 75,00                    | 2,30                      | 0,027           | 0,05              |
| BD                                       | 0,55                 | 3                            | 0,18                | 30,56                    | 1,80                      | 0,039           | 0,08              |
| CD                                       | 0,48                 | 3                            | 0,16                | 26,67                    | 2,70                      | 0,039           | 0,08              |
| BCD                                      | 0,53                 | 3                            | 0,18                | 29,44                    | 1,80                      | 0,055           | 0,11              |
| Залишок                                  | 0,27                 | 45                           | 0,01                | 1                        | 1,00                      |                 |                   |
| B – варіант основного<br>блоку удобрення |                      |                              | C – рістрегуляція   |                          |                           | D – підживлення |                   |

**Результати вимірювання олійності насіння ріпаку озимого гібриду  
Домінатор та Абсолют на інфрачервоному аналізаторі AgriCheck,  
2023-2025 рр.**

| Варіанти досліду |    |    | Домінатор 2023 |      |      |      | Домінатор 2024 |      |      |      | Домінатор 2025 |      |      |      |
|------------------|----|----|----------------|------|------|------|----------------|------|------|------|----------------|------|------|------|
|                  |    |    | Повторення     |      |      |      | Повторення     |      |      |      | Повторення     |      |      |      |
|                  |    |    | I              | II   | III  | IV   | I              | II   | III  | IV   | I              | II   | III  | IV   |
| B1               | C1 | D1 | 45,1           | 45,2 | 45,2 | 45,5 | 46,6           | 47,1 | 46,6 | 46,6 | 42,3           | 42,4 | 42,0 | 42,0 |
|                  |    | D2 | 45,6           | 45,6 | 45,2 | 46,7 | 47,0           | 46,8 | 46,5 | 49,2 | 42,3           | 43,2 | 42,1 | 43,4 |
|                  |    | D3 | 46,7           | 46,3 | 46,8 | 46,1 | 47,2           | 47,6 | 48,1 | 47,8 | 43,1           | 42,8 | 43,5 | 42,9 |
|                  |    | D4 | 48,1           | 47,9 | 48,2 | 47,0 | 48,9           | 49,2 | 49,1 | 48,2 | 43,6           | 44,5 | 44,1 | 44,8 |
|                  | C2 | D1 | 45,6           | 45,7 | 45,6 | 45,5 | 47,2           | 46,9 | 47,1 | 46,7 | 42,6           | 42,6 | 42,7 | 42,4 |
|                  |    | D2 | 46,3           | 46,1 | 45,6 | 46,8 | 47,8           | 47,0 | 47,1 | 48,2 | 43,2           | 43,4 | 42,6 | 43,5 |
|                  |    | D3 | 46,7           | 46,2 | 46,8 | 46,7 | 47,9           | 48,4 | 48,3 | 47,2 | 43,7           | 43,4 | 43,1 | 44,3 |
|                  |    | D4 | 48,5           | 48,7 | 48,2 | 48,5 | 49,1           | 49,6 | 49,4 | 49,0 | 45,2           | 45,1 | 44,7 | 44,3 |
| B2               | C1 | D1 | 44,5           | 44,6 | 44,3 | 44,9 | 45,3           | 45,4 | 45,2 | 45,3 | 41,6           | 41,3 | 41,5 | 41,2 |
|                  |    | D2 | 45,2           | 45,8 | 45,1 | 45,2 | 46,1           | 45,3 | 45,8 | 46,5 | 42,5           | 42,4 | 41,6 | 41,4 |
|                  |    | D3 | 45,6           | 45,9 | 45,5 | 45,9 | 46,6           | 46,1 | 45,8 | 46,4 | 42,1           | 42,4 | 42,9 | 41,9 |
|                  |    | D4 | 46,7           | 46,4 | 46,2 | 46,8 | 46,8           | 46,7 | 47,1 | 46,4 | 42,9           | 43,1 | 43,2 | 42,2 |
|                  | C2 | D1 | 45,3           | 45,7 | 45,6 | 46,4 | 47,5           | 47,3 | 47,0 | 47,0 | 43,2           | 42,7 | 42,5 | 42,5 |
|                  |    | D2 | 46,0           | 46,5 | 46,8 | 46,2 | 47,9           | 48,1 | 47,2 | 48,1 | 43,6           | 42,9 | 43,1 | 44,0 |
|                  |    | D3 | 46,9           | 46,5 | 47,2 | 46,4 | 48,2           | 48,5 | 48,1 | 48,0 | 44,1           | 43,5 | 43,9 | 44,0 |
|                  |    | D4 | 47,5           | 47,1 | 47,8 | 47,3 | 48,9           | 49,2 | 48,5 | 48,2 | 44,5           | 44,2 | 43,9 | 44,9 |
| Варіанти досліду |    |    | Абсолют 2023   |      |      |      | Абсолют 2024   |      |      |      | Абсолют 2025   |      |      |      |
|                  |    |    | Повторення     |      |      |      | Повторення     |      |      |      | Повторення     |      |      |      |
|                  |    |    | I              | II   | III  | IV   | I              | II   | III  | IV   | I              | II   | III  | IV   |
| B1               | C1 | D1 | 44,5           | 44,8 | 44,3 | 45,0 | 45,9           | 46,2 | 46,1 | 45,6 | 39,7           | 40,1 | 40,7 | 39,9 |
|                  |    | D2 | 46,1           | 46,2 | 45,9 | 46,0 | 47,1           | 46,9 | 46,3 | 47,8 | 40,7           | 41,6 | 40,7 | 41,9 |
|                  |    | D3 | 46,8           | 46,5 | 47,1 | 46,5 | 46,8           | 47,2 | 47,1 | 47,7 | 42,1           | 41,9 | 41,1 | 42,1 |
|                  |    | D4 | 47,8           | 47,5 | 47,9 | 47,8 | 48,5           | 48,1 | 48,7 | 48,3 | 41,9           | 42,7 | 42,4 | 42,7 |
|                  | C2 | D1 | 44,8           | 45,2 | 45,2 | 44,2 | 46,2           | 45,5 | 46,4 | 46,1 | 39,8           | 40,2 | 40,4 | 40,5 |
|                  |    | D2 | 46,3           | 45,8 | 46,1 | 46,8 | 47,4           | 46,8 | 47,2 | 47,8 | 41,5           | 41,1 | 40,9 | 41,9 |
|                  |    | D3 | 46,2           | 46,9 | 46,7 | 47,3 | 47,2           | 48,1 | 46,9 | 48,3 | 41,1           | 41,5 | 41,8 | 42,3 |
|                  |    | D4 | 48,2           | 48,4 | 47,8 | 47,6 | 48,4           | 49,1 | 48,4 | 48,9 | 43,2           | 42,8 | 42,5 | 42,2 |
| B2               | C1 | D1 | 44,5           | 44,2 | 44,8 | 43,9 | 45,1           | 45,7 | 45,2 | 45,1 | 40,3           | 40,3 | 40,5 | 39,0 |
|                  |    | D2 | 45,7           | 45,4 | 44,9 | 46,1 | 46,1           | 46,8 | 45,9 | 47,2 | 41,1           | 40,9 | 40,7 | 40,9 |
|                  |    | D3 | 46,2           | 46,3 | 45,8 | 45,6 | 46,3           | 46,1 | 46,3 | 48,6 | 41,2           | 41,5 | 40,9 | 41,3 |
|                  |    | D4 | 46,6           | 47,1 | 46,4 | 46,5 | 47,2           | 47,3 | 47,5 | 47,3 | 42,2           | 41,8 | 41,1 | 41,6 |
|                  | C2 | D1 | 45,3           | 44,9 | 45,2 | 45,8 | 46,1           | 45,9 | 46,6 | 46,3 | 40,5           | 41,1 | 40,8 | 39,5 |
|                  |    | D2 | 46,5           | 45,8 | 46,9 | 46,5 | 47,5           | 47,2 | 47,7 | 47,3 | 41,2           | 41,9 | 41,5 | 41,9 |
|                  |    | D3 | 46,9           | 47,2 | 46,5 | 46,9 | 48,3           | 47,5 | 47,3 | 48,1 | 42,3           | 41,7 | 41,2 | 42,7 |
|                  |    | D4 | 48,2           | 47,9 | 47,1 | 47,5 | 48,2           | 48,5 | 47,8 | 48,9 | 42,5           | 42,6 | 41,9 | 43,0 |

## Додаток III

## Зразки протоколів хроматографії результатів оцінки жирнокислотного складу олії гібридів ріпаку озимого за результатами дослідження варіантів

## Додаток III. 1

Протокол хроматографічного дослідження жирнокислотного складу насіння в гібриду Домінатор для варіанту максимального поєднання чинників оптимізації технології вирощування (комбінація факторів B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>4</sub>), 2024 рік

**Паспорт хроматограммы**

Оператор:  
 Хроматограмма: №14702 2024-11-18 20:27:28  
 Файл: C:\Analytic 3\Projects\ЖКСнов\chromatograms\2024-11-18 20-27-28 14702.chrx  
 Хроматограф: Хроматэк-Кристалл 5000 №: 2052643 Версия прошивки: v 03.21.17.689  
 Метод: C:\Analytic 3\Projects\ЖКСнов\chromatograms\2024-11-18 13-15-33 14701.chrx  
 Проба: Домінатор  
 Объем пробы: 1  
 Разведение: 1  
 Колонка:  
 Комментарий: 19,07,24

**Режим анализа**

Канал старта - 1  
 Время анализа, мин: 17  
 Время продувки, мин: 0  
 Время стабилизации, мин: 0  
 Термостат колонок - 1  
 Температура, °C: (180; 0; 5; 210; 11)  
 ПИД - 1  
 Температура, °C: 250  
 Расход поддувного газа, мл/мин: 20  
 Расход воздуха, мл/мин: 200  
 Расход водорода, мл/мин: 20  
 Порт ввода - 1

Режим ввода пробы: С делением  
 Деление потока: 40  
 Обдув мембраны, мл/мин: 0  
 Давление, кПа: 123,609  
 Предстарт: Выкл  
 Расход сбросной, мл/мин: (100; 0,5; 0; 20; 0,0)  
 Температура, °C: 250,0  
 Колонка - 1  
 Режим газа-носителя: Постоянный поток  
 Поток, мл/мин: 2,500

**Результат анализа**

| Компонент                              | Время (мин) | Площадь (мВ*с) | Высота (мВ) | Концентрация Ед. измер. | Детектор |
|----------------------------------------|-------------|----------------|-------------|-------------------------|----------|
|                                        | 2.013       | 0.988          | 0.828       | 0.052997                | ПИД-1    |
| C 14:0 Миристиновая                    | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 14:1 Миристиолеиновая                | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 16:0 Пальмитиновая                   | 2.887       | 101.512        | 42.425      | 5.445                   | ПИД-1    |
| C 16:1 Пальмитолеиновая                | 3.035       | 3.847          | 1.780       | 0.20633 %               | ПИД-1    |
|                                        | 3.257       | 1.431          | 0.697       | 0.076741                | ПИД-1    |
|                                        | 3.667       | 3.156          | 1.277       | 0.1693                  | ПИД-1    |
| C 18:0 Стеариновая                     | 4.274       | 27.740         | 7.553       | 1.4879 %                | ПИД-1    |
| C 18:1 Олеиновая 9с                    | 4.433       | 1223.833       | 328.132     | 65.645 %                | ПИД-1    |
| C 18:2 Линолевая 6с                    | 4.803       | 338.206        | 97.730      | 18.141 %                | ПИД-1    |
| C 18:1 Вагценовая 11t                  | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 18:3 Линоленовая                     | 5.373       | 141.322        | 40.016      | 7.5804 %                | ПИД-1    |
| C 20:0 Арахиновая                      | 6.177       | 5.548          | 1.118       | 0.2976 %                | ПИД-1    |
| C 20:1 Эйкозеновая                     | 6.363       | 13.781         | 2.556       | 0.73922 %               | ПИД-1    |
| C 20:2 Эйкозодиеновая 11,14с           | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 20:5 Эйкозопентаеновая 5,8,11,14,17с | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 20:4 Арахидоновая                    | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 20:3 Эйкозотриеновая 11,14,17с       | 9.029       | 1.979          | 0.239       | 0.10614 %               | ПИД-1    |

Оператор:  
 Отчет создан: 2024-11-18 20:47:13

Страница 1 из 2

Домінатор  
C:\Analytic 3\Projects\ЖХСнов\chromatograms\2024-11-18 20-27-28 14702.chrx

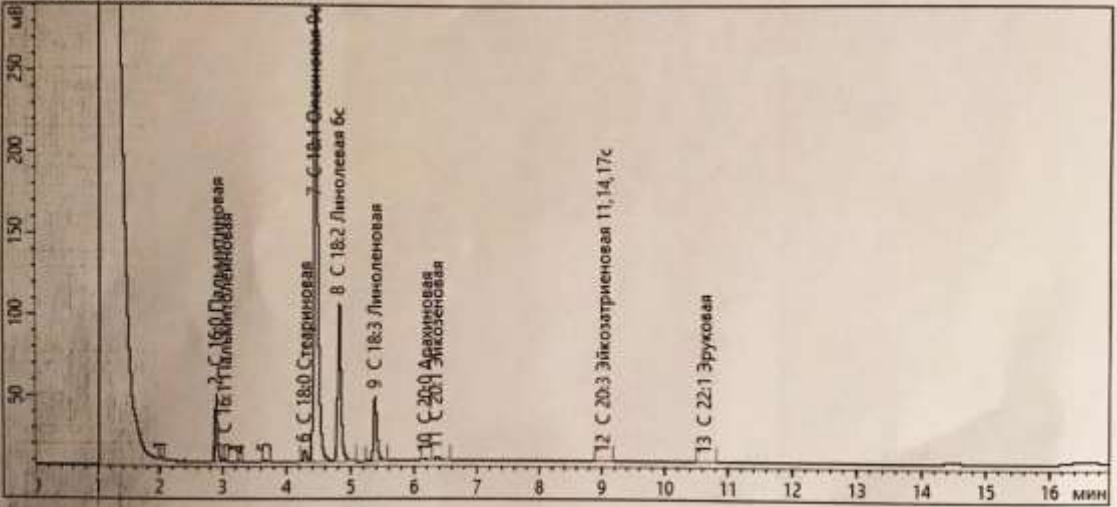
Результат анализа

| Компонент                                                        | Время<br>(мин) | Площадь<br>(мВ*с) | Высота<br>(мВ) | Концентрация Ед.<br>измер. | Детектор |
|------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------------------|----------|
| C 22:0 Бегенсовая                                                | 0.000          | 0.000             | 0.000          | 0 %                        | ПИД-1    |
| C 22:1 Эруковая                                                  | 10.648         | 0.978             | 0.118          | 0.052447 %                 | ПИД-1    |
| C 24:0 Лигноцириновая                                            | 0.000          | 0.000             | 0.000          | 0 %                        | ПИД-1    |
| C 24:1 Нервоновая + C 22:6<br>Докозагексаеновая 4,7,10,13,16,19с | 0.000          | 0.000             | 0.000          | 0 %                        | ПИД-1    |

Хроматограмма

пид-1

Интервал от 0.000 мин до 16.952 мин



**Протокол хроматографічного дослідження жирнокислотного складу  
насіння в гібриду Абсолют для варіанту максимального поєднання  
чинників оптимізації технології вирощування  
(комбінація факторів B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>4</sub>), 2024 рік**

### Паспорт хроматограммы

Оператор:  
Хроматограмма: №14703 2024-11-18 20:49:41  
Файл: C:\Analytic 3\Projects\ЖКСнов\chromatograms\2024-11-18 20-49-41 14703.chrx  
Хроматограф: Хроматэк-Кристалл 5000 №: 2052643 Версия прошивки: v 03.21.17.689  
Метод: C:\Analytic 3\Projects\ЖКСнов\chromatograms\2024-11-18 20-27-28 14702.chrx  
Проба: Абсолют  
Объем пробы: 1  
Разведение: 1  
Колонка:  
Комментарий: 19,07,24

### Режим анализа

Канал старта - 1  
Время анализа, мин: 17  
Время продувки, мин: 0  
Время стабилизации, мин: 0  
Термостат колонок - 1  
Температура, °C: (180; 0) (5; 210; 11)  
ПИД - 1  
Температура, °C: 250  
Расход подаваемого газа, мл/мин: 20  
Расход воздуха, мл/мин: 200  
Расход водорода, мл/мин: 20  
Порт ввода - 1

Режим ввода пробы: С делением  
Деление потока: 40  
Обдув мембраны, мл/мин: 0  
Давление, кПа: 123,609  
Предстарт: Выкл  
Расход сбросной, мл/мин: (100; 0,5) (0; 20; 0,0)  
Температура, °C: 250,0  
Колонка - 1  
Режим газа-носителя: Постоянный поток  
Поток, мл/мин: 2,500

### Результат анализа

| Компонент                              | Время (мин) | Площадь (мВ*с) | Высота (мВ) | Концентрация Ед. измер. | Детектор |
|----------------------------------------|-------------|----------------|-------------|-------------------------|----------|
| C 14:0 Миристиновая                    | 2.014       | 0.703          | 0.641       | 0.029165                | ПИД-1    |
| C 14:1 Миристиленовая                  | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 16:0 Пальмитиновая                   | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 16:1 Пальмитоленовая                 | 2.891       | 112.117        | 44.049      | 4.649                   | ПИД-1    |
|                                        | 3.037       | 4.628          | 2.083       | 0.1919 %                | ПИД-1    |
|                                        | 3.259       | 1.030          | 0.530       | 0.042705                | ПИД-1    |
|                                        | 3.671       | 3.332          | 1.277       | 0.13816                 | ПИД-1    |
| C 18:0 Стеариновая                     | 4.281       | 41.370         | 10.563      | 1.7154 %                | ПИД-1    |
| C 18:1 Олеиновая 9с                    | 4.443       | 1577.407       | 410.548     | 65.408 %                | ПИД-1    |
| C 18:2 Линолевая 6с                    | 4.813       | 397.031        | 111.942     | 16.463 %                | ПИД-1    |
| C 18:1 Вакценовая 11т                  | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 18:3 Линоленовая                     | 5.384       | 199.517        | 57.263      | 8.2731 %                | ПИД-1    |
| C 20:0 Арахидиновая                    | 6.187       | 10.623         | 2.017       | 0.44051 %               | ПИД-1    |
| C 20:1 Эйкозеновая                     | 6.373       | 21.934         | 3.864       | 0.90951 %               | ПИД-1    |
| C 20:2 Эйкозодиеновая 11,14с           | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 20:5 Эйкозапентаеновая 5,8,11,14,17с | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 20:4 Арахидоноовая                   | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |
| C 20:3 Эйкозатриеновая 11,14,17с       | 0.000       | 0.000          | 0.000       | 0 %                     | ПИД-1    |



Абсолют

C:\Analytic B\Projects\ЖКСнов\chromatograms\2024-11-18 20-49-41 14703.chrx

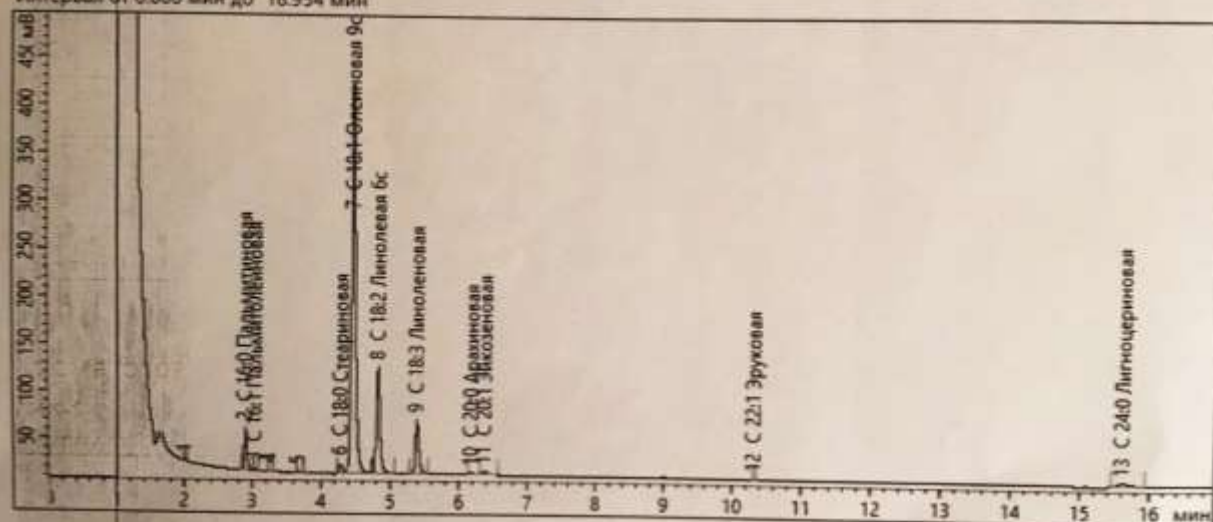
## Результат анализа

| Компонент                                                      | Время<br>(мин) | Площадь<br>(мВ*с) | Высота<br>(мВ) | Концентрация Ед.<br>измер. | Детектор |
|----------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------------------|----------|
| С 22:0 Бегеновая                                               | 0.000          | 0.000             | 0.000          | 0 %                        | ПИД-1    |
| С 22:1 Эруковая                                                | 10.323         | 0.323             | 0.186          | 0.013394 %                 | ПИД-1    |
| С 24:0 Лигноцериновая                                          | 15.637         | 41.612            | 3.453          | 1.7255 %                   | ПИД-1    |
| С 24:1 Нераоновая+С 22:6<br>Докозагексаеновая 4,7,10,13,16,19с | 0.000          | 0.000             | 0.000          | 0 %                        | ПИД-1    |

## Хроматограмма

пид-1

Интервал от 0.000 мин до 16.954 мин



Оператор:

Страница 2 из 2

## Перелік жирних кислот за їх міжнародною класифікацією

### Насичені жирні кислоти

#### C1 – C6 (коротколанцюгові, SCFA)

| Назва       | Формула | Інша назва |
|-------------|---------|------------|
| Формієва    | C1:0    | Метанова   |
| Оцтова      | C2:0    | Етанова    |
| Пропіонова  | C3:0    | Пропанова  |
| Масляна     | C4:0    | Бутанова   |
| Валеріанова | C5:0    | Пентанова  |
| Капронова   | C6:0    | Гексанова  |

#### C7 – C12 (середньоланцюгові, MCFA)

| Назва       | Формула | Інша назва |
|-------------|---------|------------|
| Енанова     | C7:0    | Гептанова  |
| Каприлова   | C8:0    | Октанова   |
| Пеларгонова | C9:0    | Нонанова   |
| Капринова   | C10:0   | Деканова   |
| Ундеканова  | C11:0   | —          |
| Лауринова   | C12:0   | Додеканова |

#### C13 – C18 (довголанцюгові, LCFA)

| Назва         | Формула | Інша назва    |
|---------------|---------|---------------|
| Тридеканова   | C13:0   | —             |
| Міристинова   | C14:0   | Тетрадеканова |
| Пентадеканова | C15:0   | —             |
| Пальмітинова  | C16:0   | Гексадеканова |
| Маргарінова   | C17:0   | Гептадеканова |
| Стеаринова    | C18:0   | Октадеканова  |

#### C19 – C24 (дуже довголанцюгові, VLCFA)

| Назва         | Формула | Інша назва     |
|---------------|---------|----------------|
| Нонодеканова  | C19:0   | —              |
| Арахідова     | C20:0   | Ейкозанова     |
| Генейкозанова | C21:0   | —              |
| Бегенова      | C22:0   | Докозанова     |
| Трікозанова   | C23:0   | —              |
| Лігноцеринова | C24:0   | Тетра-козанова |

#### C25 – C30 (дуже довголанцюгові SFA)

| Назва         | Формула |
|---------------|---------|
| Пентакозанова | C25:0   |
| Гексакозанова | C26:0   |
| Гептакозанова | C27:0   |
| Окта-козанова | C28:0   |
| Нонакозанова  | C29:0   |
| Тріаконтова   | C30:0   |

□ Основні SFA, які мають агрономічне значення (зокрема в ріпаку).

У рослинних оліях найважливішими є:

- Пальмітинова (C16:0) — 3–6% у ріпаку
- Стеаринова (C18:0) — 1–2% у ріпаку
- Бегенова (C22:0) — сліди
- Лігноцеринова (C24:0) — сліди

## Повний список мононенасичених жирних кислот (MUFA)

#### C10 – C14

| Назва                        | Позначення | Інша назва  |
|------------------------------|------------|-------------|
| Деценна кислота              | C10:1      | —           |
| Ундеценна кислота            | C11:1      | —           |
| Додеценна (лауроленова)      | C12:1      | —           |
| Тридеценна                   | C13:1      | —           |
| Тетрадеценна (міристоленова) | C14:1      | Myristoleic |

#### C15 – C17

| Назва           | Позначення | Інша назва  |
|-----------------|------------|-------------|
| Пентадеценна    | C15:1      | —           |
| Пальмітолейнова | C16:1      | Palmitoleic |
| Гептадеценна    | C17:1      | Margaroleic |

#### C18 (найпоширеніша група)

| Назва            | Позначення     | Інша назва / ізомерія                                  |
|------------------|----------------|--------------------------------------------------------|
| Олейнова кислота | C18:1 cis-9    | Oleic (основна MUFA рослинних олій, включно з ріпаком) |
| Вакценова, транс | C18:1 trans-11 | у жуйних тварин                                        |

| Назва         | Позначення    | Інша назва / ізомерія           |
|---------------|---------------|---------------------------------|
| Елайдова      | C18:1 trans-9 | транс-форма олейнової           |
| Петрозелінова | C18:1 cis-6   | Петроселенова                   |
| Цис-вакценова | C18:1 cis-11  | —                               |
| Гондосва      | C20:1 cis-11  | — (часто відносять до C20 MUFA) |

#### C19 – C22

| Назва           | Позначення   | Інша назва                                                    |
|-----------------|--------------|---------------------------------------------------------------|
| Нондеценна      | C19:1        | —                                                             |
| Гондосва        | C20:1        | Gondoic acid                                                  |
| Гадолейнова     | C20:1 cis-11 | Gadoleic                                                      |
| Ерукова кислота | C22:1 cis-13 | Erucic (висока в традиційному ріпаку, низька у сучасних "00") |
| Брасидинова     | C22:1        | Brassicic (транс)                                             |

#### C23 – C30

| Назва        | Позначення | Інша назва                   |
|--------------|------------|------------------------------|
| Тридоценна   | C23:1      | —                            |
| Тетракоценна | C24:1      | Nervonic (нервонова кислота) |
| Пентакозенна | C25:1      | —                            |
| Гексакозенна | C26:1      | —                            |
| Гептакозенна | C27:1      | —                            |



| Назва                                                        | Позначення | Інша назва              |
|--------------------------------------------------------------|------------|-------------------------|
| Окта-козенова                                                | C28:1      | —                       |
| Нонакозенова                                                 | C29:1      | —                       |
| Тріакон-енова                                                | C30:1      | —                       |
| <b>Найважливіші PUFA для олійних культур (у т.ч. ріпаку)</b> |            |                         |
| 1. Олейнова (C18:1)                                          | —          | 55–70% у ріпаковій олії |

2. Ерукова (C22:1) — <0.5% у сучасних гібридах “00”
3. Пальмітолеїнова (C16:1) — 0.2–0.5%
4. Гондосва / гадолеїнова (C20:1) — 1–2%
5. Нервонова (C24:1) — сліди, важлива для нейронів

## Повний список поліненасичених жирних кислот (PUFA) C16 – C17 (рідкісні)

| Назва             | Позначення | Примітка                |
|-------------------|------------|-------------------------|
| Гексадекадієнова  | C16:2      | рідка PUFA              |
| Гексадекатрієнова | C16:3      | у хлоропластних ліпідах |
| Гептадека-дієнова | C17:2      | рідкісна                |

### C18 — найпоширеніша група PUFA

| Назва                | Позначення        | Інша назва / $\omega$ -група |
|----------------------|-------------------|------------------------------|
| Лінолева             | C18:2 $\omega$ -6 | LA, основна $\omega$ -6 PUFA |
| $\alpha$ -Ліноленова | C18:3 $\omega$ -3 | ALA, в ріпаку ~8–12%         |
| $\gamma$ -Ліноленова | C18:3 $\omega$ -6 | GLA                          |
| Стіаридонова         | C18:4 $\omega$ -3 | SDA                          |

### C20 — ключові «ейкозанові» PUFA

| Назва                         | Позначення        | Інша назва / $\omega$ -група |
|-------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Ейкозадієнова                 | C20:2             | —                            |
| Ейкозатрієнова ( $\omega$ -9) | C20:3 $\omega$ -9 | Mead acid                    |
| Ейкозатрієнова ( $\omega$ -6) | C20:3 $\omega$ -6 | DGLA                         |
| Ейкозатрієнова ( $\omega$ -3) | C20:3 $\omega$ -3 | —                            |
| Арахідонова                   | C20:4 $\omega$ -6 | AA                           |
| Ейкозапентаєнова              | C20:5 $\omega$ -3 | EPA                          |

### C21 – C22

| Назва                           | Позначення        | Інша назва   |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| Генеїкозадієнова                | C21:2             | рідкісна     |
| Доко-задієнова                  | C22:2             | —            |
| Докозатрієнова                  | C22:3             | —            |
| Докозатетраєнова                | C22:4 $\omega$ -6 | Adrenic acid |
| Докозапентаєнова ( $\omega$ -6) | C22:5 $\omega$ -6 | DPA n-6      |
| Докозапентаєнова ( $\omega$ -3) | C22:5 $\omega$ -3 | DPA n-3      |
| Докозагексаєнова                | C22:6 $\omega$ -3 | DHA          |

### C23 – C26 (дуже довголанцюгові PUFA)

| Назва               | Позначення | Примітка            |
|---------------------|------------|---------------------|
| Три-козадієнова     | C23:2      | —                   |
| Тетракозатетраєнова | C24:4      | у нервових тканинах |
| Тетракозапентаєнова | C24:5      | —                   |
| Тетракозагексаєнова | C24:6      | —                   |
| Пентакозапентаєнова | C25:5      | рідкісна            |
| Гексакозапентаєнова | C26:5      | —                   |

### Найважливіші PUFA для рослинних олій (у т.ч. ріпаку)

| Жирна кислота                       | Позначення | У ріпаку озимому   |
|-------------------------------------|------------|--------------------|
| Лінолева ( $\omega$ -6)             | C18:2      | 18–24%             |
| $\alpha$ -Ліноленова ( $\omega$ -3) | C18:3      | 8–12%              |
| Стіаридонова (C18:4)                | сліди      | <0.1%              |
| Вище C20 PUFA                       | —          | практично відсутні |

**СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
за спеціальністю 201 Агрономія  
**Томчука Олександра Миколайовича**

| № п/п                                                                                                                         | Назва                                                                                                       | Назва видання та його вихідні відомості, що дозволяють ідентифікувати та відрізнити це видання від інших                                                                                                                                                                             | Кількість друк. сторінок / (ум. др. арк.) | Співавтори  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|
| 1                                                                                                                             | 2                                                                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4                                         | 5           |
| <b>Статті у наукових виданнях України категорії «Б» включених до міжнародної наукометричної бази даних (Index Copernicus)</b> |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |             |
| 1                                                                                                                             | Вміст олії у насінні ріпаку озимого залежно від застосованих мікроелементів у позакореневі підживлення      | <i>Сільське господарство та лісівництво</i> . 2023. № 2 (29). DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-1. URL: <a href="http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/vR7F0emlw9EVtlcH8Zjf.pdf">http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/vR7F0emlw9EVtlcH8Zjf.pdf</a> | <u>C. 5-17</u><br>(0,88/<br>0,44)         | Цищора Я.Г. |
| 2                                                                                                                             | Індикація системи живлення ріпаку озимого за показниками індукції флуоресценції хлорофілу                   | <i>Аграрні інновації</i> . 2023. № 21. DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.21.17 URL: <a href="http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/500">http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/500</a>                                 | <u>C. 110–117</u><br>(0,91/<br>0,64)      | Цищора Я.Г. |
| 3                                                                                                                             | Віталітет агроценозу ріпаку озимого за різних варіантів удобрення в умовах Лісостепу правобережного України | <i>Сільське господарство та лісівництво</i> . 2024. № 2 (33). DOI: 10.37128/2707-5826-2024-2-16 URL: <a href="http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/0PTwIWPylRwgQnbNmszB.pdf">http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/0PTwIWPylRwgQnbNmszB.pdf</a> | <u>C. 194–208</u><br>(0,95)               | –           |
| 4                                                                                                                             | Вплив системи удобрення ріпаку озимого на стан рослин перед входженням у зиму та їх виживаність             | <i>Сільське господарство та лісівництво</i> . 2024. № 4 (35). DOI: 10.37128/2707-5826-2024-4-14 URL: <a href="http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/blqVt3Wiq7XMuDnREus7.pdf">http://forestry.vsau.org/storage/articles/September2025/blqVt3Wiq7XMuDnREus7.pdf</a> | <u>C. 163–178</u><br>(1,0)                | –           |
| 5                                                                                                                             | Формування якості насіння ріпаку озимого залежно від комплексних варіантів його удобрення                   | <i>Аграрні інновації</i> . 2025. № 30. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.30.22 URL: <a href="http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/812/825">http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/812/825</a>                         | <u>C. 151–161</u><br>(1,08)               | –           |

| 1                                    | 2                                                                                                                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                           | 5 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|
| 6                                    | Формування асиміляційної поверхні ріпаку озимого залежно від варіантів поєднання рістрегулюючих компонентів та удобрення в умовах Лісостепу правобережного     | <i>Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки.</i> 2025. Вип. 143. Ч. 2. DOI: 10.32782/2226-0099.2025.143.2.16<br>URL: <a href="https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/143_2025/part_2/16.pdf">https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/143_2025/part_2/16.pdf</a>                                                                                            | <u>C. 114–130</u><br>(1,07) | – |
| 7                                    | Вплив використання фунгіцидів з ріст регулюючим ефектом на стан перезимівлі гібридів ріпаку озимого                                                            | <i>Аграрні інновації.</i> 2025. № 32. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.32.31<br>URL: <a href="http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/898/906">http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/898/906</a>                                                                                                                            | <u>C. 219–227</u><br>(1,08) | – |
| 8                                    | Формування насіннєвої продуктивності гібридів ріпаку озимого залежно від комплексності системи їх удобрення та рістрегуляції в умовах Лісостепу правобережного | <i>Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки.</i> 2025. Вип. 145. Частина 2. DOI: 10.32782/2226-0099.2025.145.2.13<br>URL: <a href="https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/145_2025/part_2/15.pdf">https://tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/145_2025/part_2/15.pdf</a>                                                                                               | <u>C. 116–133</u><br>(1,13) | – |
| 9                                    | Особливості феностадійного розвитку рослин ріпаку озимого залежно від комбінаторики системи його удобрення                                                     | <i>Аграрні інновації.</i> 2025. № 33. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.33.46<br>URL: <a href="http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/961/967">http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/961/967</a>                                                                                                                            | <u>C. 278–289</u><br>(1,14) | – |
| <b>Інші видання (тези доповідей)</b> |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                             |   |
| 10                                   | Поліпшення вмісту олії у насінні ріпаку озимого за рахунок оптимізації мікроелементного живлення                                                               | <i>Topical aspects of modern scientific research: Proceedings of the III International scientific and practical conference.</i> November 23–25, 2023. Tokyo, Japan. 2023.<br>URL: <a href="https://sci-conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-topical-aspects-of-">https://sci-conf.com.ua/iii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-topical-aspects-of-</a> | <u>P. 26–32</u><br>(0,27)   | – |



|    |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---|
|    |                                                                                                                                                                      | <a href="https://modern-scientific-research-23-25-11-2023-tokio-yaponiya-arhiv/">modern-scientific-research-23-25-11-2023-tokio-yaponiya-arhiv/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                           |   |
| 11 | Вплив варіантів удобрення на формування якісних показників насіння ріпаку озимого                                                                                    | <i>Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих учених:</i><br>II Всеукраїнська науково-практична конференція. 14-15 травня 2024 р. Полтава. 2024.<br>URL: <a href="https://drive.google.com/file/d/1ky1nD10PZ9Lf1IT8Da6-X8mjT_dBJX6m/view">https://drive.google.com/file/d/1ky1nD10PZ9Lf1IT8Da6-X8mjT_dBJX6m/view</a>                                                                                                                                                               | <u>C. 75–77</u><br>(0,20) | – |
| 12 | Вплив удобрення на формування жирнокислотного складу насіння ріпаку озимого                                                                                          | <i>Global trends in science and education: Proceedings of IV International scientific and practical conference.</i> May 5-7, 2025. Kyiv, Ukraine. 2025<br>URL: <a href="https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-global-trends-in-science-and-education-5-7-05-2025-kiyiv-ukrayina-arhiv/">https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-global-trends-in-science-and-education-5-7-05-2025-kiyiv-ukrayina-arhiv/</a>                                         | <u>P. 22–28</u><br>(0,32) | – |
| 13 | Особливості формування площі листя у ріпаку озимого за комбінованого варіанту системи удобрення з рістрегулюючими компонентами                                       | <i>Science and Technology: New Horizons of Development.</i> Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference. May 14–16, 2025. Prague, Czech Republic. 2025<br>DOI: <a href="https://doi.org/10.70286/ISU-14.05.2025">10.70286/ISU-14.05.2025</a><br>URL: <a href="https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/07/Prague_Czech-Republic_14.05.25.pdf">https://isu-conference.com/wp-content/uploads/2025/07/Prague_Czech-Republic_14.05.25.pdf</a> | <u>P. 32–36</u><br>(0,33) | – |
| 14 | Зниження пестицидного навантаження у технологіях вирощування ріпаку озимого внаслідок використання препаратів комбінаторної фітофунгіцидної та рістрегулювальної дії | <i>Органічне агровиробництво: освіта і наука: збірник матеріалів X Міжнародної науково-практичної конференції/</i> 14 жовтня 2025 р. Київ. 2025.<br>URL: <a href="https://nmc-vfpo.gov.ua/wp-content/uploads/2025/11/tezy-malynka-14102025.pdf">https://nmc-vfpo.gov.ua/wp-content/uploads/2025/11/tezy-malynka-14102025.pdf</a>                                                                                                                                                                                       | <u>C. 3–6</u><br>(0,21)   | – |

| 1  | 2                                                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4                           | 5 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---|
| 15 | Вплив фунгіцидів-морфорегуляторів росту на формування фенологічного розвитку гібридів ріпаку озимого | <i>Актуальні питання розвитку сільського господарства: теорія і практика:</i> матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 9 жовтня 2025 року. Івано-Франківськ. 2025.<br>DOI: <a href="https://doi.org/10.32636/9786178433130/1">10.32636/9786178433130/1</a> | <u>C. 313–315</u><br>(0,14) | – |

Усього за темою дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць. Основні положення дисертації пройшли апробацію на 9 науково-практичних конференціях. Наукові праці опубліковані: 9 в наукових виданнях України та 6 публікацій в тезах доповідей загальним обсягом 10,71 у.д.а. (власний доробок автора 10 у.д.а.).

Автор

Олександр ТОМЧУК

Вчений секретар

Тетяна КОРПАНЮК

« 7 » 04

2026 р.



# **АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ НА НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ КОНФЕРЕНЦІЯХ**

за спеціальністю 201 Агрономія

**Томчука Олександра Миколайовича**

| №<br>п/п                                                                   | Тема доповіді                                                                                                                  | Назва конференцій, місце проведення, дата                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                          | 2                                                                                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Апробація результатів дисертації на науково-практичних конференціях</b> |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                  |
| 1                                                                          | Вміст олії у насінні ріпаку озимого залежно від застосування мікроелементів у позакореневі підживлення                         | Всеукраїнська науково-практична конференція «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку». м. Вінниця. 24-25 травня 2023 р.                                            |
| 2                                                                          | Поліпшення вмісту олії у насінні ріпаку озимого за рахунок оптимізації мікроелементного живлення                               | III International scientific and practical conference «Topical aspects of modern scientific research». Japan, Tokyo. November 23-25, 2023.                                                                       |
| 3                                                                          | Вплив варіантів удобрення на формування якісних показників насіння ріпаку озимого                                              | II Всеукраїнська науково-практична конференція «Актуальні проблеми сучасної науки: теоретичні та практичні дослідження молодих учених». м. Полтава. 14-15 травня 2024 р.                                         |
| 4                                                                          | Віталітет агроценозу ріпаку озимого за різних варіантів удобрення в умовах Лісостепу правобережного України                    | Всеукраїнська науково-практична конференція «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності». м. Вінниця. 23-24 травня 2024 р. |
| 5                                                                          | Вплив удобрення на формування жирнокислотного складу насіння ріпаку озимого                                                    | 4th International scientific and practical conference «Global trends in science and education». Kyiv, Ukraine. May 5-7, 2025.                                                                                    |
| 6                                                                          | Особливості формування площі листя у ріпаку озимого за комбінованого варіанту системи удобрення з рістрегулюючими компонентами | Ist International Scientific and Practical Conference «Science and Technology: New Horizons of Development», Prague, Czech Republic. May 14-16, 2025.                                                            |

| 1 | 2                                                                                                                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                                    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | Зниження пестицидного навантаження у технологіях вирощування ріпаку озимого внаслідок використання препаратів комбінаторної фітофунгіцидної та рістрегулювальної дії | X Міжнародна науково-практична конференція «Органічне агровиробництво: освіта і наука». м. Київ. 14 жовтня 2025 р.                                                                                                   |
| 8 | Вплив фунгіцидів-морфорегуляторів росту на формування фенологічного розвитку гібридів ріпаку озимого                                                                 | Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання розвитку сільського господарства: теорія і практика». м. Івано-Франківськ. 9 жовтня 2025 р.                                                              |
| 9 | Формування якості насіння ріпаку озимого залежно від комплексних варіантів його удобрення                                                                            | Всеукраїнська науково-практична конференція «Інноваційні технології збереження ґрунтів та екосистем за вирощування сільськогосподарських культур в умовах глобальних змін клімату». м. Вінниця. 22-23 травня 2025 р. |

Автор

Олександр ТОМЧУК

Вчений секретар

Тетяна КОРПАНЮК



« 7 » 04 2026 р.