

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ТОВПИГА МАКСИМ ЛЕОНІДОВИЧ

УДК: [631.524.84:631.5:631.811]633.853.349"324"(477.7)

ДИСЕРТАЦІЯ


**ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ
СІВБИ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ В УМОВАХ ПІВДНЯ
УКРАЇНИ**

Спеціальність 201 «Агрономія»

(Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

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



М. Л. Товпиґа

Науковий керівник: Домарацький Євгеній Олександрович, доктор
сільськогосподарських наук, професор

Миколаїв – 2026

АНОТАЦІЯ

Товпи́га М.Л. Продуктивність ріпаку озимого залежно від строків сівби та позакореневих підживлень в умовах півдня України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія». – Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, 2026.

Дисертаційна робота присвячена пошуку можливості підвищення продуктивності посівів пізніх строків сівби ріпаку озимого. Строк сівби озимого ріпаку завжди був і залишається актуальним питанням, не дивлячись на те, що оптимальний час сівби визначено іншими науковцями. Але умови півдня України не завжди відповідають вимогам культури. Саме у оптимальний строк часто (до 45%) посівний шар ґрунту втрачає вологу, необхідну для отримання дружних і своєчасних сходів озимого ріпаку. У таких випадках виробники відмовляються висівати цю культуру зовсім, або використовують пізні строки, коли випадають опади і можна отримати сходи із запізненням у 15-20 діб. Такі посіви зазвичай хоч і формують недорозвинені рослини, проте доволі вдало перезимовують і навесні можуть утворити травостій, який здатен забезпечити задовільний урожай. Постає питання: яким чином такі слабо розвинені посіви можна стимулювати, щоб рівень їх продуктивності підвищити до оптимальних параметрів? Відповідь на це питання і стала основою даного дослідження, беручи до уваги використання багатofункціональних рістстимулюючих препаратів.

Польові досліді проведено впродовж 2022 – 2025 рр. в умовах землекористування ТОВ «Добробут» Миколаївського району Миколаївської області на південному чорноземі з вмістом гумусу 3,0 – 3,1%. За рівнем вологозабезпечення роки досліджень можна кваліфікувати як помірносприятливі (2022-2023 та 2024-2025 сільськогосподарські роки) та несприятливий (2023-2024).

Двохфакторний польовий дослід передбачав вивчення трьох строків сівби (15.08; 05.09 та 25.09) та чотири варіанти застосування рістрегулюючого

препарату Хелафіт (1 – без внесення препарату, контроль; 2 – внесення Хелафіту восени у фазі формування 2 – 3 листа; 3 – внесення Хелафіту навесні у фазі бутонізації; 4 – подвійне внесення препарату: восени у фазі формування 2 – 3 листа та навесні у фазі бутонізації). Площа дослідної ділянки складала 1600 м², а облікової 900 м². Розміщення ділянок у досліді було двоюрисним у чотирикратній повторності, ширина міжрядь складала 36,3 см.

Результатами досліджень доведено, що впродовж посівного періоду лише один раз за три роки досліджень умови зволоження посівного шару ґрунту давали можливість одержати задовільні і вчасні сходи (2022 – 2023 рр.). У 2024 – 2025 році несприятливими були умови для проведення сівби у ранній строк, а у 2023 – 2024 році тільки пізній посів сформував задовільні сходи.

Осіньна обробка рослин рістрегулюючим препаратом сприяла активному росту коренів, проникненню їх на більшу глибину і мала вищий рівень продуктивності. Якщо за умов посіву в ранні строки внесення препарату сприяло підвищенню кореневої маси на 3 – 6% порівняно з контрольним варіантом, то за посіву у пізній строк таке збільшення маси коренів сягало 10 – 11%. Спостереженнями встановлено, що рослини ріпаку, оброблені Хелафітом підвищували зимостійкість на 5 – 8%. Разом з більш високим рівнем польової схожості це дає помітну перевагу посівам пізнього строку стосовно формування густоти травостою. Усі позитивні зміни, які відбувалися внаслідок застосування препарату, найбільш істотно проявлялися за умов пізнього строку сівби.

На весняно-літньому етапі розвитку вплив препарату не лише не припиняється, а й зростає у разі обробки рослин восени (у фазі 2 – 3 листків) і навесні (у фазі бутонізації). За рахунок такого використання на фонах усіх строків сівби відзначається:

- зростання площі листя на 4,5 – 12,0%;
- збільшення урожаю сухої надземної маси на 9,3 – 14,2%;
- змінюється співвідношення вегетативної і генеративної частини урожаю з перевагою листя і суцвіть над масою стебел;
- під дією цитокінінів, що містяться в препараті, зростає коренева маса на 9,0 – 20,1%, максимального збільшення кореневої маси відзначається саме на

рослинах пізнього строку сівби. Водночас, частка коренів, що розташована у шарі 20 – 50 см досягає максимального значення за пізнього строку сівби (18 проти 30%).

Щодо впливу строків сівби на водоспоживання рослин встановлено, що пізній строк сівби виявився більш ефективним. Так, коефіцієнт водоспоживання у рослин цього строку впродовж років досліджень мав найменший рівень і у разі застосування рістрегулюючого препарату зменшення досягало 15,6 – 32,7% (на фоні раннього строку сівби таке зменшення коефіцієнту споживання становило 6,2 – 9,2%, а оптимального 11,0 – 23,8%). Відповідно рослини пізнього строку сівби на кожному гектарі посіву економлять вологи на утворення фітомаси від 225 до 789 м³.

Дослідженнями доведено, що ріпак озимий характеризується високим рівнем компенсаторної реакції густоти рослин на продуктивність культури. Так, за умов формування на 1 м² 50 рослин кожна з них утворює до 79-80 стручків, якщо на 1 м² залишається 30 рослин – то кількість стручків зростає до 150-180 шт/рослину і за умов розташування до 20 рослин на 1 м² кожна рослина здатна сформувати до 230-240 стручків.

Посіви ріпаку озимого раннього і оптимального строків формують на одній рослині 200 – 207 стручків, а пізнього – лише 118 – 123 стручки. Подвійний обробіток рослин рістрегулюючим препаратом призводить до зростання кількості стручків на рослині на 5,9% за посіву у ранній строк, на 6,4% - в оптимальний і на 8,2% при посіві в пізній строк. Основний урожай насіння формується на головному суцвітті: чим пізніший строк посіву, тим вищий відсоток має частка насіння із суцвіття першого порядку (ранній – 51%; оптимальний – 60% і пізній – 77%) від загальної маси насіння. Внесення Хелафіту сприяє зменшенню кількості недорозвинених стручків, особливо за пізнього строку сівби.

Індивідуальна продуктивність ріпаку озимого має високий рівень залежності від густоти рослин і тому не в змозі слугувати показником, що є визначальним для популятивної продуктивності.

Максимальний урожай насіння одержано за сівби в оптимальний строк з

прибавкою у порівнянні з раннім на 0,63 і з пізнім – на 0,78 т/га. Подвійне внесення рістрегулюючого препарату дозволило одержати приріст урожаю за раннього строку сівби – 0,34; за оптимального – 0,58 і за пізнього – 0,82 т/га.

Проведені розрахунки доводять, що усі вивчені фактори мають помірний або середній рівень зв'язку з урожаєм. Лише кількість насінин з 1 рослини має високий позитивний зв'язок, але за суттєвої зміни густоти і цей показник може давати низький рівень коефіцієнту кореляції.

За пізнього строку сівби відзначено зростання олійності насіння на 1,5 – 2,3%, а внесення Хелафіту також підвищує вміст жиру на 0,8 – 1,0%. Таке підвищення є істотним і доведеним математично. Рослини пізніх строків сівби формують насіння, олія з якого містить на 0,89% більше ерукової кистолі та на 1,2 мкмоль/г глюкозинолатів у шроті, але одержана продукція все одно відповідає державному стандарту.

За даними економічного аналізу встановлено, що максимального рівня чистого прибутку та найвищого показнику рівня рентабельності досягнуто за сівби в оптимальний строк з внесенням Хелафіту. Найвищого рівня ефективності препарату досягнуто за пізнього строку сівби, де чистий прибуток досягав 18,0 тис. грн/га.

На підставі одержаних результатів сформульовано рекомендації виробництву, в яких пропонується для послаблених рослин пізнього строку сівби застосовувати багатофункціональний рістрегулюючий препарат Хелафіт. Зазначений препарат доцільно вносити двічі за вегетацію культури: восени у фазі 2 – 3 листків і навесні - у фазі бутонізації. Такий подвійний обробіток сприяє розвитку кореневої системи рослин, формуванню конкурентного генеративного апарату і зменшення стресів рослин, які викликані несприятливими факторами навколишнього середовища.

Ключові слова: озимий ріпак, гібрид, елементи технології вирощування, строк сівби, біопрепарати, площа листя, вміст хлорофілу, водоспоживання, стрес, архітектура кореневої системи, фітосанітарний стан посіву, продуктивність, стимулятори росту, посухостійкість, живлення рослин, урожайність і якість насіння, вміст олії, ерукова кислота, чистий прибуток, рентабельність.

ANNOTATION

Tovpyga M.L. Productivity of Winter Rapeseed Depending on Sowing Dates and Foliar Feeding in the Conditions of Southern Ukraine – The qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the degree of a Doctor of Philosophy in the specialty 201 "Agronomy". Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv, 2026.

The dissertation work is devoted to the search for the possibility of increasing the productivity of the late-sown winter rapeseed crops. The sowing date of winter rapeseed has always been and remains an urgent issue, despite the fact that the optimal sowing time has been determined by other scientists. But the conditions of southern Ukraine do not always meet the requirements of the crop.

Exactly at the optimal time the seedbed layer of soil often (up to 45%) loses moisture necessary for obtaining even and timely germination of winter rapeseed. In such cases, producers refuse to sow this crop at all, or use late dates when precipitation falls and shoots can be obtained with a delay of 15-20 days.

Although such crops usually form underdeveloped plants, they overwinter quite successfully and in spring can form a grass stand that is capable to provide a satisfactory harvest. The question arises: how can such poorly developed crops be stimulated in order to increase their productivity to optimal parameters? The answer to this question became the basis of this study, taking into account the use of multifunctional growth-stimulating fertilizers.

Field experiments were conducted during 2022 - 2025 in the land use conditions of LLC "Dobrobut" of the Mykolaiv district of the Mykolaiv region on southern black soil with a humus content of 3.0 - 3.1%. In terms of moisture supply, the research years can be classified as moderately favorable (2022-2023 and 2024-2025 agricultural years) and unfavorable (2023-2024).

The two-factor field experiment involved the study of three sowing dates (15.08; 05.09 and 25.09) and four options for applying the growth regulator Helafit (1 – without applying the fertilizers; 2 – applying Helafit in autumn in the phase of formation of 2–3 leaves; 3 – applying Helafit in spring in the budding phase; 4 – double

application of the fertilizers: in autumn in the phase of formation of 2–3 leaves and in spring in the budding phase). The area of the experimental plot was 1600 m², and the accounting plot was 900 m². The placement of plots in the experiment was two-tiered in four-fold replication, the row spacing was 36.3 cm.

The results of the research proved that during the sowing period, only once in three years of research, the conditions of moistening the seed layer of the soil made it possible to obtain satisfactory and timely seedlings (2022 - 2023). In 2024 - 2025, the conditions for early sowing were unfavorable, and in 2023 - 2024, only late sowing formed satisfactory shoots.

Autumn treatment of plants with a growth regulator promoted active root growth, their penetration to a greater depth and had a higher level of productivity.

If, under conditions of early sowing, the application of the fertilizers contributed to an increase in root mass by 3-6% compared to the control variant, then, in case of late sowing, such an increase in root mass reached 10-11%. Observations have shown that rapeseed plants treated with Helafit increased winter hardiness by 5-8%. Together with a higher level of field germination, this gives a noticeable advantage to late sowings in terms of the formation of grass density. All positive changes that occurred as a result of the use of the fertilizers were most significantly manifested under conditions of late sowing.

At the spring-summer stage of development, the effect of the fertilizer not only continues, but also increases in case of treatment plants in autumn (in the phase of 2-3 leaves) and in spring (in the phase of budding). Due to such treatment, the following issues are noted against the background of all sowing dates:

- an increase in leaf area by 4.5-12.0%;
- increase in dry aboveground mass yield by 9.3 - 14.2%;
- the ratio of vegetative and generative parts of the crop changes with the predominance of leaves and inflorescences over the mass of stems;
- under the treatment with cytokinins contained in the fertilizers, the root mass increases by 9.0 - 20.1%, the maximum increase in root mass is noted precisely in plants of late sowing date. At the same time, the proportion of roots located in the layer of 20 - 50 cm reaches its maximum value at late sowing date (18 versus 30%).

Regarding the influence of sowing dates on water consumption of plants, it was found out that the late sowing date turned out to be more effective. Thus, the water consumption coefficient of plants of this date during the years of research had the lowest level and in the case of treatment with a growth regulator, the reduction reached 15.6 - 32.7% (against the background of the early sowing date, such a reduction in the consumption coefficient was 6.2 - 9.2%, and the optimal 11.0 - 23.8%). Accordingly, plants of the late sowing date save moisture on the formation of phytomass from 225 to 789 m³ per hectare of sowing.

Studies have shown that winter rapeseed is characterized by a high level of compensatory reaction of plant density to crop productivity. Thus, under the conditions of formation of 50 plants per 1 m², each of them forms up to 79-80 pods, if 30 plants remain per 1 m², then the number of pods increases to 150-180 pcs/plant and under the conditions of arrangement of up to 20 plants per 1 m², each plant is able to form up to 230-240 pods.

Winter rapeseed crops of early and optimal terms form 200-207 pods on one plant, and late - only 118-123 pods. Double treatment of plants with a growth fertilizer leads to an increase in the number of pods on a plant by 5.9% when sowing in the early term, by 6.4% - in the optimal and by 8.2% when sowing in the late term. The main seed yield is formed on the main inflorescence: the later the sowing date, the higher the percentage of seeds from the inflorescence of the first order (early – 51%; optimal – 60% and late – 77%) of the total seed mass. The application of Helafit helps to reduce the number of underdeveloped pods, especially at a late sowing date.

Individual productivity of winter rapeseed has a high level of dependence on plant density and therefore is not able to serve as an indicator. That is decisive for population productivity.

The maximum seed yield was obtained when sowing at the optimal date with an increase compared to early by 0.63 and late – by 0.78 t/ha. Double application of the growth fertilizer allowed to obtain an increase in yield at early sowing date – 0.34; at optimal – 0.58 and at late – 0.82 t/ha.

The calculations demonstrate that all the studied factors have a moderate or average level of correlation with the yield. Only the number of seeds from 1 plant has

a high positive relationship, but with a significant change in density and this indicator can give a low level of correlation coefficient.

At late sowing time was noted an increase in seed oil content by 1.5 - 2.3%, and the application of Helafit also increases the fat content by 0.8 - 1.0%. Such an increase is significant and mathematically proven. Plants of late sowing times form seeds, the oil of which contains 0.89% more erucic cystol and 1.2 $\mu\text{mol/g}$ of glucosinolates in the shot, but the resulting product still meets the state standard.

According to the economic analysis, it was found out that the maximum level of net profit and the highest profitability index were achieved while sowing at the optimal time with the application of Helafit. The highest level of effectiveness of the fertilizer was achieved at a late sowing date, where the net profit reached 18.0 thousand UAH/ha.

Based on the results obtained, there were formulated the recommendations for production, which suggest using the multifunctional growth-regulating fertilizer Helafit for weakened plants of a late sowing date. The specified fertilizer should be applied twice during the growing season: in autumn in the phase of 2-3 leaves and in spring - in the budding phase. Such a double treatment contributes to the development of the plant root system, the formation of a competitive generative apparatus and the reduction of plant stress caused by adverse environmental factors.

Key words: *winter rapeseed, hybrid, elements of growing technology, sowing date, biological products, leaf area, chlorophyll content, water consumption, stress, root system architecture, phytosanitary condition of sowing, productivity, growth stimulants, drought resistance, plant nutrition, seed yield and quality, oil content, erucic acid, net profit, profitability.*

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. **Товруха М.** Features of growing winter rapeseed in abnormally warm winters. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2025. Vol. 29(2). Pp. 94-106. DOI: 10.56407/bs.agrarian/2.2025.94 (Здобувачем проведено аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 100%).

2. **Товпи́га М.Л.,** Домарацький Є.О. Особливості водоспоживання рослин озимого ріпаку під впливом застосування біопрепарату Хелафіт за різних строків сівби. *Аграрні Інновації*. 2025. № 32. С. 213-218. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.30> (Здобувачем проведено аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 75%).

3. **Товпи́га М.Л.,** Домарацький Є.О. Динаміка наростання надземної біомаси озимого ріпаку різних строків сівби під впливом стимулятора росту «Хелафіт». *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. № 4(49). С. 147-151. URL: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.22> (Здобувачем здійснено планування та проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 80%).

4. Домарацький Є.О., **Товпи́га М.Л.** Зимостійкість рослин озимого ріпаку різних строків сівби залежно від застосування препарату Хелафіт. *Таврійський науковий вісник*. 2025. №145(1). С. 91-98. URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.1.11> (Здобувачем здійснено планування та проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 85%).

Наукові праці які засвідчують апробацію матеріалів дисертації, тези доповідей на конференціях

1. **Товпи́га М.Л.,** Домарацький Є.О. Особливості вирощування ріпаку озимого в незрошуваних умовах півдня України за змін клімату. Матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання плодоовочевої продукції»: збірник матеріалів (15-16 березня 2023 року, м. Миколаїв, Україна). – Миколаїв: МНАУ, 2023. С. 19-21. (форма участі – публікація тез, виступ).

2. **Товпи́га М. Л.** (2024). Особливості реакції ріпаку озимого на азотні підживлення та застосування рістрегулюючих препаратів. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво»: збірник матеріалів (17-18

жовтня 2024 року, м. Миколаїв, Україна). – Миколаїв: МНАУ, 2024. С. 126-128. (форма участі – публікація тез, виступ).

3. **Товпига М.Л.**, Домарацький Є.О. Вплив біопрепарату Хелафіт на формування листової поверхні озимого ріпаку / *Біотехнологія, генетика та біохімія сільськогосподарських рослин: тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції (30 вересня 2025 р. / СГІ НЦНС. – м. Одеса, Україна): Одеса: СГІ–НЦНС, 2025. С. 75-76. (форма участі – публікація тез, виступ).*

4. **Товпига М.Л.**, Домарацький Є.О. Вплив біопрепаратів на формування надземної біомаси озимого ріпаку різних строків сівби. *Кліматичні зміни та сталий розвиток сільського господарства. Збірник матеріалів Міжнародної науково–практичної конференції, 19 вересня 2025 року, м. Одеса, Україна. Одеса: Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, 2025. С. 126-129. (форма участі – публікація тез, виступ).*

5. Домарацький Є.О., Солоденко А.Є., **Товпига М.Л.** Вплив строків сівби і рістрегулюючого препарату на вміст хлорофілу у рослин ріпаку озимого. *Олійні культури: сьогодні та перспективи. Збірник тез доповідей Міжнародної наукової інтернет-конференції (26 березня 2026 р.). Запоріжжя. ІОК НААН, 2026. С. 59-61. (форма участі – публікація тез).*

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	14
ВСТУП	15
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ	22
1.1 Господарське значення ріпаку озимого	22
1.2 Мультиполярність строків сівби ріпаку озимого і причини цього явища	32
1.3 Можливості коригування стану рослин ріпаку озимого за рахунок застосування рістрегулюючих препаратів	41
Висновки до розділу 1	50
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	52
2.1 Характеристика кліматичних умов зони проведення дослідів	52
2.2 Характеристика ґрунтів дослідних ділянок	57
2.3 Особливості погодних умов в роки проведення досліджень	61
Висновки до розділу 2	63
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	64
3.1 Загальнометодичні аспекти досліджень	64
3.2 Методика основних і супутніх досліджень	66
3.3 Характеристика гібриду, рістстимулюючого препарату і агротехнічні аспекти вирощування озимого ріпаку на дослідній ділянці	72
Висновки до розділу 3	76
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	78
4.1 Особливості розвитку рослин ріпаку озимого в осінній період вегетації	78
4.1.1 Вологість ґрунту у посівний період	79
4.1.2 Польова схожість насіння	81
4.1.3 Формування листової поверхні	83
4.1.4 Розвиток кореневої системи рослин	86
Висновки до підрозділу 4.1	89
4.2 Вплив досліджуваних чинників на формування вегетативної маси рослин на етапі весняно – літнього розвитку	90
4.2.1 Динаміка густоти рослин	90

4.2.2 Наростання площі листової поверхні	96
4.2.3 Наростання надземної біомаси	98
4.2.4 Показники фотосинтетичної діяльності рослин	103
4.2.5 Особливості формування кореневої системи	107
Висновки до підрозділу 4.2	111
4.3 Особливості водоспоживання рослин озимого ріпаку озимого	113
Висновок до підрозділу 4.3	121
4.4 Особливості розвитку генеративних органів ріпаку озимого	121
Висновки до підрозділу 4.4	136
4.5 Урожайність ріпаку озимого залежно від строку сівби і застосування рістстимулюючого препарату	137
4.5.1 Індивідуальна продуктивність рослин озимого ріпаку	138
4.5.2 Популятивна продуктивність ріпаку озимого	141
Висновки до підрозділу 4.5	148
4.6 Кореляційний аналіз між показниками розвитку рослин і урожайністю озимого ріпаку залежно від різних умов вирощування	149
Висновки до підрозділу 4.6	151
4.7 Якість товарної і насінневої продукції озимого ріпаку	151
Висновки до підрозділу 4.7	161
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИВЧЕНИХ ЗАХОДІВ	163
Висновки до розділу 5	168
ВИСНОВКИ.....	169
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	171
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	172
ДОДАТКИ.....	191

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

ЕПШ – економічний поріг шкодочинності

ЗЗР – засоби захисту рослин

КУО – колонієутворюючі одиниці

ПММ - паливно-мастильні матеріал

ВСТУП

Вирощування ріпаку в Україні має коротку, але бурхливу історію. Ще 35 років тому ця культура вважалась суто кормовою. І технологія її вирощування була майже не вивчена. Сівбу ріпаку озимого здійснювали по аналогії з пшеницею озимою, тобто на початку вересня нормою висіву 4 – 5 млн насінин на 1га. Система захисту рослин взагалі була практично відсутня, мінеральні добрива не вносили, а збирання її відбувалося весною на зелену масу як елемент функціонування «зеленого конвеєру» в тваринництві. І тільки на початку 90 – х років було закладено перші польові дослідження, які поклали початок опрацювання сучасної агротехнології. За короткий час при допомозі вчених Німеччини, а потім Голландії і Франції такі дослідження дали змогу скорегувати весь цикл агрозаходів і досягнути високого європейського рівня у виробництві цієї культури [1,2].

Актуальність теми дисертаційного дослідження. За 25 років посівні площі ріпаку в Україні зросли з 80 тис. до 1 млн га. Водночас, і середня по Україні урожайність насіння культури збільшилась у 3 рази: з 0,85 до 2,6 т/га.

З часом для озимого ріпаку була розроблена інноваційна Clearfield-технологія, яка була значним кроком уперед. Передові аграрії країн ЄС почали використовувати сучасні високопродуктивні гібриди, стійкі до зазначеної групи гербіцидів, які швидкими темпами створювалися відомими селекційними центрами Європи. Водночас, для сівби озимого ріпаку стали використовувати сучасні посівні агрегати, які за системою Clearfield здійснюють прямий посів насіння (у необроблений ґрунт) [3].

Паралельно проведено значну кількість досліджень щодо застосування дискантів і речовин-склеювачів генеративного апарату рослин для запобігання втратам від розтріскування стручків при збиранні [4]. Провідні дистриб'ютори запропонували європейському ринкові широкий спектр ефективних рістрегулюючих препаратів, здатних впливати на ріст і розвиток рослин в різні фази їх вегетації [5].

Здавалось, що такий карколомний прорив зміг вирішити більшість недоліків у технології вирощування ріпаку озимого. І дійсно основа агротехнології чітко сформульована у відповідних рекомендаціях і агровиробники були задоволені. І все ж таки, вирощування озимого ріпаку на сучасному етапі потребує багатьох уточнень, особливо це стосується півдня зони Степу, де зміни клімату останніх десятиліть відчуються особливо гостро з кожним роком. Недостатня вологозабезпеченість взагалі і особливо посівного періоду потребує навичок «маневрування» агрозаходами, зокрема строками сівби. Необхідність одержання своєчасних і дружніх сходів культури спонукає виробників зміщувати строки сівби (в період більшої ймовірності випадіння опадів) [6]. За таких умов більшість пропонує проводити сівбу у дооптимальний період за наявності вологи. Тому можна зустріти пропозиції перенесення сівби озимого ріпаку з першої декади вересня на початок серпня, а в окремих випадках на третю декаду липня. Але і такий підхід не гарантує оптимального розвитку рослин до припинення вегетації восени, оскільки липень і серпень – це період панування високого температурного режиму повітря, коли навіть після істотних опадів (20 і більше мм) ґрунт може за 2 – 3 тижні втратити вологу і залишитись з істотно низьким рівнем вологозабезпечення [7].

Є і інший підхід: це зміщення строків сівби з оптимального (5 – 10 вересня) на пізній (25 – 30 вересня). Цей варіант вбачається більш виправданим, оскільки в такому випадку опади створюють стабільну вологозабезпеченість ґрунту. Але й такий підхід створює певні ризики, а саме: сходи ріпаку з'являються не раніше 8 – 10 жовтня і до переходу середньодобових температур нижче $+5^{\circ}\text{C}$ залишається в середньому не більше 35 діб. В результаті рослини за габітусом не досягають належної морфологічної будови і стають більш уразливими до несприятливих умов зимівлі. Встановлені факти, водночас, спонукали нас до формулювання гіпотетичної ідеї стосовно можливості підтримки (покращення стану) таких недорозвинених посівів за рахунок застосування багатофункціональних рістрегулюючих препаратів, які здатні активувати кореневу систему, слугувати антистресантами та бути джерелом мікроелементів. Зазначений захід можна вважати «корекцією» стану посівів

пізніх строків. Вищенаведений підхід є недостатньо вивченим у технологічному комплексі озимого ріпаку, додаткового вивчення потребує не загальна ефективність препаратів, а саме їх порівняльний вплив на рослини різних строків сівби. Актуальність зазначених вище проблем, недостатній рівень їх теоретичного аналізу, практичної апробації, а також наявність суттєвих розбіжностей у прикладних підходах і методології дослідження дає нам право тому роботи вважати своєчасною і актуальною.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами і темами. Дослідження з тематичних питань дисертації проведено впродовж 2022 – 2025 рр у відповідності з тематикою науково дослідної роботи Миколаївського національного аграрного університету згідно завдань «Оптимізація вирощування сільськогосподарських культур в зоні Південного Степу України», номер держреєстрації 0123U101326 та завдання «Дослідити закономірності змін основних показників родючості ґрунту і ростових процесів за оптимізації систем обробітку ґрунту, удобрення та удосконалити елементи системи ведення землеробства за зміни клімату в умовах Південного Степу України» номер держреєстрації 0123U101269. Автор був відповідальним виконавцем і прийшов безпосередньо участь у закладці польових дослідів, проведенні комплексна супутніх досліджень та узагальненні одержаних результатів.

Мета і завдання дисертаційного дослідження. Мета дисертаційного дослідження полягала у визначенні умов, за яких посіви озимого ріпаку пізніх строків сівби здатні формувати задовільний урожай з достатнім рівнем рентабельності.

Для досягнення цієї мети програмою досліджень було передбачено вирішення таких наукових завдань:

- дослідити комплекс умов осіннього періоду розвитку, які обумовлюють формування рослин озимого ріпаку у відповідності його вимогам;
- визначити рівень зимостійкості рослин залежно від строку сівби і застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт;

- за показниками фактичного вологозабезпечення розрахувати водний баланс ґрунту у шарі 0-100 см³ визначенням загального і питомого водоспоживання;
- дослідити особливості формування кореневої системи озимого ріпаку, які сприяють зростанню стійкості рослин до нестачі вологи;
- зробити кількісний і якісний аналіз фотосинтетичної діяльності рослин з визначенням показників фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу;
- дослідити процес формування генеративних органів і порівняти потенційну та фактичну продуктивність посіву;
- зробити облік урожаю з розрахунком фактичних втрат при збиранні;
- проаналізувати зразки насіння на їх хімічний склад залежно від вивчених заходів;
- здійснити всебічну статистичну обробку результатів експерименту, для визначення ступеню суттєвості наявних відмінностей;
- на основі кореляційного аналізу встановити напрям і рівень парних і множинних зв'язків між різними показниками характеристик рослин;
- розрахувати основні економічні показники вирощування озимого ріпаку різних строків сівби і варіантів застосування препарату Хелафіт, з метою мати чітке уявлення про окупність додаткових витрат.

Об'єкт досліджень: процеси росту і розвитку, формування продуктивності, господарськоцінних ознак і якісних показників врожаю насіння ріпаку озимого залежно від фаз застосування рістрегулюючого препарату та різних строків сівби.

Предмет досліджень: науково-теоретичні положення та прикладні аспекти застосування рістрегулюючого препарату біологічного походження у різні фази розвитку рослин та різних строків сівби культури, економічна ефективність агроприйомів вирощування.

Методи дослідження. Головним методом досліджень є постановка двохфакторного польового дослідження, який супроводжувався проведенням комплексу супутніх досліджень, для яких використовували: органолептичний,

лабораторний, розрахунково-порівняльний, комп'ютерно – графічний, математично-статистичний та економічний методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Основу наукової новизни становить уперше сформульований метод корекції пізніх посівів ріпаку озимого за рахунок подвійного застосування рістрегулюючого препарату Хелафіт. Цей метод дозволяє слабо розвинені рослини пізнього строку сівби вивести із стресового стану, активізувати розвиток їх кореневої системи і покращити умови формування генеративних органів. Як результат, урожайності таких посівів перевищує ранній строк і навіть може конкурувати з оптимальними. Оскільки у виробництві не завжди можливо повністю відмовитися від пізніх строків (принаймні у роки з відсутністю опадів у третій декаді серпня і першій декаді вересня), то цей метод є рушійною силою у підвищенні ефективності виробництва ріпаку озимого.

Вперше у науковій практиці експериментально вивчено процес утворення генеративних органів і дана реальна порівняльна оцінка індивідуальної та популятивної продуктивності ріпаку озимого. Також вперше в агрономічній науці наведено співвідношення генеративних органів головного і бічних пагонів, причому представлена можливість зміни цього співвідношення за рахунок строку сівби та застосування рістрегулюючого препарату біологічного походження Хелафіту.

удосконалено:

- наукові підходи та прикладні аспекти застосування рістрегулюючих препаратів у технології вирощування ріпаку озимого за пізніх строків сівби в незрошуваних умовах південного Степу України;
- наукові та практичні засади прогнозування врожаю ріпаку озимого;
- систему формування генеративного апарату ріпаку озимого під впливом рістрегулюючих препаратів з антистресовою дією;

набули подальшого розвитку:

- питання управління фізіологічними процесами формування врожайності та якості насіння ріпаку озимого, залежно від елементів технології вирощування за умов змін клімату;

- характер залежності продуктивності й основних показників якості насіння ріпаку озимого за різних строків сівби культури і фаз застосування рістрегулюючого препарату.
- обґрунтування доцільності вирощування ріпаку озимого за більш пізніх строків сівби.

Практичне значення отриманих результатів. Сучасні практичні рекомендації чітко визначають оптимальний строк сівби ріпаку озимого, який припадає в умовах Степу на першу декаду вересня. Але, доволі часто у цей період реальна вологозабезпеченість не відповідає вимогам ріпаку для одержання сходів. За таких умов виробничники вимушені проводити посів ріпаку озимого пізніше – 20 – 30 вересня, коли з'являються сприятливі умови зволоження. Зазвичай рослини пізніх строків сівби поступаються раннім за габітусом і за комплексом фізіологічних функцій. Аби підтримати такі посіви, вивести їх зі стресового стану і підвищити стійкість до умов перезимівлі ми пропонуємо дворазову обробку таких посівів рістрегулюючим препаратом Хелатіт: перший раз восени у фазі 2 – 3 листків і другий – навесні, у фазі бутонізації. Цей захід дає змогу підвищити рівень продуктивності пізніх посівів до рівня продуктивності оптимальних строків або в окремих випадках і перевищити його.

Виробничу перевірку ефективності запропонованого нами заходу проводили у 2024 – 2025 рр. у господарствах Миколаївської області. Середня - прибавка урожаю за рахунок рекомендованого заходу становила 8 – 14% у порівнянні з варіантом без препарату. Урожайність пізнього строку у 2024 р. перевищила показники ранніх строків на 0,38 т/га, та поступилася оптимальному лише на 0,09 т/га. У 2025 р. урожайність раннього і пізнього строків була майже однакова, та поступалася оптимальному на 4,2%.

Особистий внесок здобувача. Практичний досвід здобувача дозволив ретельно проаналізувати стан технології вирощування ріпаку озимого у господарствах Миколаївської області та на основі цього аналізу зробити висновок, що реально умови регіону не дозволяють завжди сіяти культуру в оптимальний строк. Цей самостійний висновок було покладено в основу роботи.

Схему досліджу було розроблено разом з науковим керівником, а програму супутніх досліджень повністю реалізовано здобувачем. Окрім цього, здобувач самостійно опрацьовував 203 літературних джерела, в яких відображено сучасний стан вивчення програмних питань. Також самостійно проведена робота по впровадженню у виробництво власних рекомендацій.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Основні матеріали по результатам досліджень щорічно доповідались на наукових конференціях агрономічного факультету Миколаївського національного аграрного університету (2023 – 2025 рр.). Окрім того, були виступи і публікації на наукових конференціях різного рівня: міжнародні (15-16 березня 2023 року, м. Миколаїв, МНАУ; 17-18 жовтня 2024 року, м. Миколаїв, МНАУ; 19 вересня 2025 року, м. Одеса, ІКОСГ), всеукраїнських (30 вересня 2025 р. м. Одеса, СГІ – НЦНС).

Публікації за темою дисертаційного дослідження. За час проведення досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковано 8 наукових праць загальним обсягом 3,5 ум.д.а., а саме: 4 статті у вітчизняних наукових фахових виданнях, де автору належить 75 – 100% частки участі; тез конференцій – 4.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 212 сторінках машинописного тексту (з яких основного тексту – 157 сторінок) та має наступну структуру: анотація, вступ, 5 розділів (з яких 4 – експериментальна частина), висновки і рекомендації виробництву, додатки і список використаних літературних джерел. Ілюстративний матеріал дисертаційної роботи представлений 51 таблицями, 27 рисунками і 21 додатками, котрі оформлені на 22 сторінках. Список використаних літературних джерел містить 203 найменування на 19 сторінках, з яких 62 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПИТАНЬ

1.1. Господарське значення ріпаку озимого

Для рослинництва країн ЄС ріпак озимий (*Brassica napus L.*) є однією з найбільш економічно важливих олійних культур, який характеризується високою продуктивністю, вмістом олії в насінні та кормового білка, а також широким можливостями використання продукції переробки. Ріпак відіграє значну роль у формуванні світової сировинної бази для харчової, кормової, технічної та енергетичної галузей агропромислового комплексу [8–10].

Олійні культури відіграють значну роль у забезпеченні людства рослинними оліями, білковими кормами та сировиною для біоенергетики кожної країни. У сучасній структурі світового аграрного виробництва ключове значення мають три основні олійні культури: соя (*Glycine max*), ріпак (*Brassica napus L.*) та соняшник (*Helianthus annuus L.*). Зазначені культури складають основу глобального ринку кормових білків та рослинних олій. За даними вітчизняних та міжнародних науковців, разом із пальмовою олією соняшник, ріпак і соя забезпечують понад 90% світового виробництва рослинних олій. За даними сучасних досліджень, насіння ріпаку містить у середньому до 50% олії та до 25% кормового білка, що визначає його високу економічну цінність та універсальність використання [11,12].

Впродовж останніх років у світі спостерігається стійка тенденція до зростання площ вирощування ріпаку, це обумовлено значним попитом на олії рослинного походження, кормовий білок та виробництво біопалива. Основними виробниками культури є країни Європейського Союзу, Канада, Китай, Індія та Австралія. Зацікавленість цією культурою пояснюється низкою економічних, технологічних та екологічних факторів, які визначають її значну роль в сучасних аграрних системах. За оцінками міжнародних організацій, площі посівів ріпаку у світі щороку поступово збільшуються і на станом на початок 2025 року перевищують 40 млн га [13].

Сучасні дослідження свідчать, що впровадження високопродуктивних гібридів, оптимізація систем живлення рослин та застосування сучасних агротехнологічних підходів сприяють значній інтенсифікації вирощування культури та ефективності її переробки [14-16].

Першочерговий напрямів використання ріпаку – є виробництво рослинної олії, що характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот, серед яких переважають олеїнова, лінолева та ліноленова кислоти. Її висока харчова та технологічна цінність зумовлена передусім сприятливим жирнокислотним складом, який характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот і відносно низьким вмістом насичених жирів. Саме завдяки цим особливостям ріпакова олія широко використовується у харчовій промисловості та розглядається як один із найбільш корисних рослинних жирів для вживання в їжу людини: виробництва маргарину, кулінарних жирів, майонезів та інших продуктів харчування [17,18].

Формування жирнокислотного складу ріпакової олії відбувається під впливом генетичних особливостей сорту або гібриду, а також погоднокліматичних та ґрунтових умов вирощування. Сучасні сортотипи ріпаку озимого характеризуються вмістом ненасичених жирних кислот в межах, що перевищують 90% від загальної кількості жирних кислот. Найбільшу частку з яких становить олеїнова кислота і зазвичай становить 55 – 65% від загального вмісту жирних кислот. Такий вміст олеїнової кислоти надає ріпаковій олії високої окиснювальної стабільності та високих харчових властивостей [19,20].

Наступним за вмістом компонентом є лінолева кислота, частка якої у ріпаковій олії становить 18 – 25%. Вона належить до поліненасичених жирних кислот і відіграє важливу роль у регуляції обміну речовин в організмі людини. Крім того, олія ріпаку містить ліноленову кислоту, яка становить близько 8 – 12% від загального вмісту жирних кислот. Ця кислота є важливим компонентом так званих омега-3 жирних кислот, що позитивно впливають на функціонування серцево-судинної системи і мають значний фізіологічний ефект [21].

Щодо насичених жирних кислот, то вони представлені у складі ріпакової олії у відносно невеликій кількості. Основними з них є пальмітинова та

стеаринова кислоти, сумарний вміст яких зазвичай не перевищує 5 – 7%. Низький вміст насичених жирів є важливою перевагою ріпакової олії порівняно з багатьма іншими рослинними оліями [22,23].

Характерною особливістю жирнокислотного складу олії ріпаку є наявність ерукової кислоти. У традиційних сортах ріпаку, які створювалися ще 15 – 20 років назад, її вміст міг перевищувати 40%. Така кількість мала негативний вплив, що обмежувало використання такої олії у харчових цілях. Проте завдяки сучасним досягненням провідних вітчизняних і європейських селекційних центрів створено так звані низькоерукові сорти і гібриди ріпаку, вміст ерукової кислоти в яких не перевищує 2%. Саме насіння таких сортів і гібридів використовуються у виробництві харчової ріпакової олії [24-26].

Для сучасних сортів ріпаку характерним є не лише низький відсоток ерукової кислоти в насінні, а й низький вміст глюкозинолатів. Насіння з таким хімічним складом значно підвищує харчову та кормову цінність продукції ріпаку. Завдяки чому ріпакова олія отримала широке розповсюдження на світовому ринку рослинних олій. Крім жирних кислот, ріпакова олія містить значну кількість біологічно активних речовин, серед яких особливе значення мають токофероли (вітамін Е), фітостероли, а також інші антиоксидантні сполуки. Зазначені речовини підвищують окиснювальну стабільність олії та сприяють зниженню рівня холестерину в крові людини [27, 28].

Необхідно також зазначити, що важливим у ріпаковій олії є співвідношення омега-6 та омега-3 жирних кислот. У середньому таке співвідношення складає приблизно 2:1, що вважається оптимальним для харчування людини. Саме тому ріпакову олію часто позиціонують як одну з найбільш збалансованих рослинних олій за жирнокислотним складом. Таким чином, жирнокислотний склад ріпакової олії характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот, зокрема олеїнової, лінолевої та ліноленової, низьким вмістом насичених жирів та мінімальною кількістю ерукової кислоти у сучасних сортах. Усі ці особливості забезпечують високу харчову, біологічну та технологічну цінність ріпакової олії та сприяють її широкому використанню у харчовій промисловості, кормовиробництві та інших галузях економіки [29].

У сучасному тваринництві особливого значення набуває пошук альтернативних джерел протеїну, здатних частково або повністю замінити традиційний соєвий шрот. Одним із найбільш перспективних є ріпаковий шрот і макуха, що є побічними продуктами переробки насіння ріпаку. За даними сучасних досліджень, ріпаковий шрот є другим за обсягами використання білковим кормом у світі після соєвого шроту [30]. Зростання світового виробництва цієї культури зумовило значне збільшення обсягів цих кормів, що сприяло їх широкому впровадженню у годівлю тварин. Макуха ріпаку – це продукт, який отримують в результаті механічного віджиму олії з насіння, в ній міститься до 12% жиру. Шрот отримують після екстракції ріпакової олії розчинниками, цей продукт містить значно менше жиру (до 3 – 4%) в порівнянні із макухою. Як макуха так і шрот характеризуються високим вмістом протеїну (до 35–40 %) та значною кількістю незамінних амінокислот [31-33].

Крім того, зелена маса ріпаку може використовуватися як високопоживний зелений корм або для виробництва силосу і сінажу. Вона характеризується високим вмістом протеїну, мінеральних речовин та вітамінів [34].

Ріпакова олія широко використовується у технічній промисловості завдяки високому вмісту ненасичених жирних кислот, біорозкладності та відновлюваності [35,36]. Вона розглядається як перспективна альтернатива нафтохімічній сировині для виробництва мастильних матеріалів, біорозкладних мастил, лакофарбових матеріалів, мила та косметичних засобів.

Найбільш масштабним напрямом використання ріпакової олії є виробництво біодизеля. У країнах Європейського Союзу вона є основною сировиною для цього виду палива. У сучасних умовах декарбонізації економіки та розвитку біоекономіки ріпакова олія відіграє ключову роль у виробництві біолубрикантів, полімерів та інших продуктів «зеленої хімії». Особливо важливим напрямом використання ріпаку є виробництво біодизельного палива. Біодизель, отриманий із ріпакової олії, є відновлюваним джерелом енергії та сприяє зменшенню викидів парникових газів [37].

Агротехнічним дослідженням щодо формування структурних елементів врожаю озимого ріпаку та визначенню можливостей його переробки на

біодизель займалися багато зарубіжних і вітчизняних вчених. Так у наукових працях І.М. Гаро [37], П.М. Вергелеса [38], Г.М. Калетніка [39, 41], І.М. Матвеева [40], І.М. Купчука [42] та І.В. Гончарук [43], наведено результати досліджень з особливостей формування різноякісного насіння ріпаку під впливом різних норм і доз удобрення, густоти агроценозу та можливостей переробки отриманого врожаю на переробку.

Дослідженнями вчених Вінницького національного аграрного університету Н.В. Телекало, І.М. Купчук, Я.В. Гонтарук [44], проведених у в умовах дослідного поля встановлено, що для вдосконалення системи вирощування ріпаку на біодизель найбільш доцільно використовувати гібрид ріпаку озимого Ексель з посівом у серпні – вересні та застосуванням розробленого у Вінницькому національному аграрному університеті способу вирощування ріпаку озимого. Переробка вирощеного ріпаку на біодизель за розробленою моделлю дасть можливість аграрним формуванням забезпечити власні потреби в паливних ресурсах та частково в кормах для галузі тваринництва (ріпакова макуха).

В працях українських науковців [45-48] відображено думку, що біопаливо має певні переваги порівняно з пальним, отриманим з викопних вуглеводів. Використання біодизелю сприяє зменшенню викидів вуглецю в атмосферу, знижує рівень захворюваності людей на онкологію. Виробництво палива з ріпаку підвищує енергетичну безпеку країни за рахунок зниження залежності від експорту нафти; формує додаткові фінансові надходження підприємствам та покращує якість навколишнього середовища [49,50].

Дослідженнями вчених [51] доведено, що ріпак вирощують у 65 країнах на загальній площі 42 млн га. Найбільші посівні площі його зосереджені у Канаді, Індії, Китаї (відповідно 8,3–6,8 млн га). Максимальний рівень середньої врожайності досягається в Ірландії, Чилі, Данії, Бельгії та Німеччині (відповідно 4,3–3,7 т/га). Найнижчого рівня врожайності (менше за 1,45 т/га) фіксують в 16 країнах світу. Валове виробництво ріпаку в світі становить 72,1 млн т. Лідерами з виробництва ріпаку за 2021–2022 рр. були ЄС, Китай, Канада, Індія, Австралія. Світовий досвід засвідчує, що уряд більшості країн, особливо в ЄС, приділяє

значну увагу розвитку альтернативної енергетики, зміцненню енергетичної безпеки та поліпшенню екології природного середовища. Розвиток біоенергетики стимулює зростання попиту на ріпак на світовому ринку та сприяє розширенню площ його вирощування [52, 53].

Щодо агротехнічного значення культури необхідно зазначити, що озимий ріпак відіграє важливу роль у системах сівозмін. Він є одним із кращих попередників для зернових культур, оскільки сприяє покращенню фізичних властивостей ґрунту та накопиченню органічної речовини [54].

Ріпак озимий у XXI столітті трансформувався з традиційної олійної культури у стратегічний елемент адаптивних та ресурсозберігаючих систем землеробства. Його агротехнічна роль визначається комплексною дією на ґрунтове середовище, продукційні процеси агроценозів і фітосанітарний стан посівів, що обумовлює широке використання цієї культури у науково обґрунтованих сівозмінах [55].

Сучасні наукові дослідження Food and Agriculture Organization (2021–2023), European Commission та провідних зарубіжних науковців [56-58] доводять, що включення ріпаку до сівозмін забезпечує підвищення ефективності використання агроресурсів і стабілізацію врожайності усіх культур сівозміни.

Ріпак характеризується потужною стрижневою кореневою системою, яка формує вертикальну структуру ґрунтового профілю та забезпечує біологічне розуцільнення орного та підорного шарів, тим самим покращуючи його структуру та водно-повітряний режим [59].

За результатами наукових досліджень Rathke G.W. [57] та Blanco-Canqui H. [60] доведено, що вирощування ріпаку сприяє: зниженню щільності складання ґрунту на 5-12%; збільшенню водопроникності на 25-40% та покращенню структурно-агрегатного складу.

Особливе значення має ефект «біологічного дренажу», коли кореневі канали ріпаку використовуються наступними культурами (пшеницею, ячменем), таке явище підвищує ефективність використання вологи нижніх, більш глибоких шарів ґрунту.

Крім того, після збирання культури у ґрунті залишається значна кількість рослинних решток, які є джерелом поживних речовин для наступних культур у сівозміні [61]. Так, за даними FAO [62], післяжнивні рештки ріпаку (до 4-6 т/га) є важливим джерелом органічної речовини, що сприяє відновленню гумусного стану ґрунтів [63].

У сучасному рослинництві ріпак озимий розглядається як класична «переривна культура» (break crop), яка здатна забезпечити розрив монокультури зернових та сприяти оптимізації агроценотичних процесів. Встановлено, що вирощування пшениці озимої після ріпаку забезпечує достовірне підвищення врожайності на 10-25% (0,6-1,8 т/га) порівняно з повторними посівами зернових [56, 64].

Наукові дослідження українських вчених С.М. Каленської [65] та Господаренко Г.М. [66] підтверджують, що включення ріпаку у сівозміни Лісостепу та Степу України є одним із найбільш ефективних заходів підвищення продуктивності наступних зернових культур в сівозміні.

До основних агрономічних переваг ріпаку озимого як попередника можна віднести: раннє звільнення поля, що забезпечує накопичення продуктивної вологи; покращення азотного режиму ґрунту; зменшення алелопатичного навантаження, а також підвищення ефективності мінерального живлення [67].

Дослідженнями вчених [68,69] визначено, що однією з ключових функцій ріпаку є регуляція фітосанітарного стану агроєкосистем. Завдяки біологічним особливостям культури досягається: розрив життєвих циклів патогенів зернових та зниження інфекційного навантаження ґрунту. Під впливом швидкого первинного росту і розвитку рослин, формування значної надземної біомаси відбувається істотне пригнічення бур'янів в посівах ріпаку, що в подальшому призводить до істотного зменшення забур'яненості наступної культури сівозміни [70].

Після збирання ріпаку і подальшого обробітку ґрунту відбувається процес перегнивання поживних решток, який тісно пов'язаний із розкладом глюкозинолатів. Ці речовини містяться в залишках рослин та при їх розкладі у ґрунті має місце ефект біофумігації. Як показано у роботах Kirkegaard J.A. [56]

та Matthiessen J.N. [71], продукти їх гідролізу (ізотіоціанати) здатні пригнічувати розвиток ґрунтових патогенів, зокрема збудників корневих гнилей.

Разом із тим, порушення сівозміни призводить до накопичення специфічних хвороб ріпаку, зокрема фомоз ріпаку, що вимагає дотримання інтервалу повернення культури не менше 3–4 років.

У системах сталого землеробства ріпак озимий відіграє значну біологічну та екологічну роль, зокрема: у сучасних умовах глобальних змін клімату ця культура розглядається як важлива складова біологізації землеробства. За оцінками European Commission (2023), включення олійних культур у сівозміни сприяє підвищенню біорізноманіття, активізації ґрунтової мікробіоти та зменшенню деградації ґрунтів.

Посіви ріпаку є важливим джерелом нектару та пилку для комах-запилювачів, зокрема медоносних бджіл. Це сприяє підтриманню біорізноманіття агроландшафтів та підвищенню екологічної стабільності агроєкосистем [72, 73].

Впродовж останніх часів глобальних змін клімату, а також війни російської федерації проти України в нашій державі відбувається значний дефіцит та удорожчання мінеральних добрив, пального, засобів захисту рослин і т.ін., в результаті чого особливого значення набувають системи ресурсозберігаючого землеробства. Досвід аграріїв України і праці вітчизняних науковців доводять, що ріпак успішно адаптується до технологій нульового або мінімального обробітку ґрунту завдяки потужній кореневій системі [74,75].

Рослини ріпаку характеризуються високою інтенсивністю поглинання елементів живлення, особливо азоту (150–250 кг/га), фосфору та сірки. Завдяки глибокій кореневій системі він мобілізує поживні речовини з нижніх горизонтів ґрунту. За даними наукових досліджень Grant C.A., Wu R., Selles F. [58], ріпак забезпечує підвищення коефіцієнта використання азоту наступними культурами в сівозміні, зменшення втрат поживних речовин та покращення балансу органічної речовини в ґрунті.

Сучасні дослідження підкреслюють ефективність ріпаку у системах вологозбереження. Завдяки глибокій кореневій системі він ефективно

використовує вологу з нижніх горизонтів ґрунту, демонструє відносну посухостійкість, а також добре реагує на технології точного зрошення [76].

Вирощування ріпаку відіграє ключову роль у формуванні експортного потенціалу держави. В Україні озимий ріпак є однією з найбільш рентабельних олійних культур. Його вирощування має істотне економічне значення для аграрного сектору, оскільки значна частина виробленого насіння експортується до країн Європейського Союзу [77].

Україна стабільно входить до числа провідних експортерів ріпаку у світі (рис. 1.1).

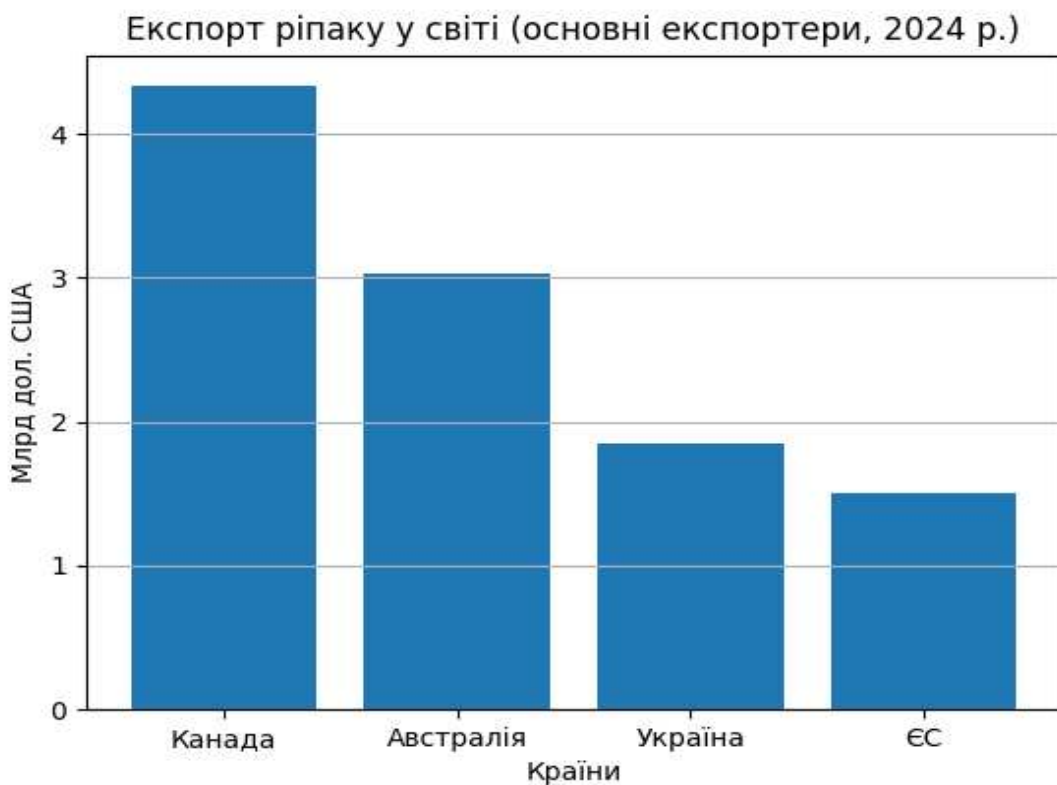


Рис. 1.1 Основні країни-експортери ріпаку у світі (2024 р.)

(Побудовано за даними Державної служби статистики України, FAOSTAT, USDA).

Зокрема, у 2024 році Україна посіла 3 місце у світі за експортом ріпаку, забезпечивши обсяг експорту на рівні близько 1,85 млрд дол. США, що становить 18,4% світового ринку. При цьому майже 90% експорту спрямовується до країн Європейського Союзу, що свідчить про тісну інтеграцію України у європейський аграрний ринок [78].

Ріпак є важливим компонентом аграрного експорту, формуючи близько 7,5% загального експорту сільськогосподарської продукції України. Це підкреслює його стратегічну роль у забезпеченні макроекономічної стабільності держави.

Розширення виробництва ріпаку сприяє структурній трансформації аграрного сектору України. За останні роки спостерігається зростання посівних площ (до 1,5 млн га) та стабілізація валового виробництва на рівні 3–4 млн т (рис. 1.2).

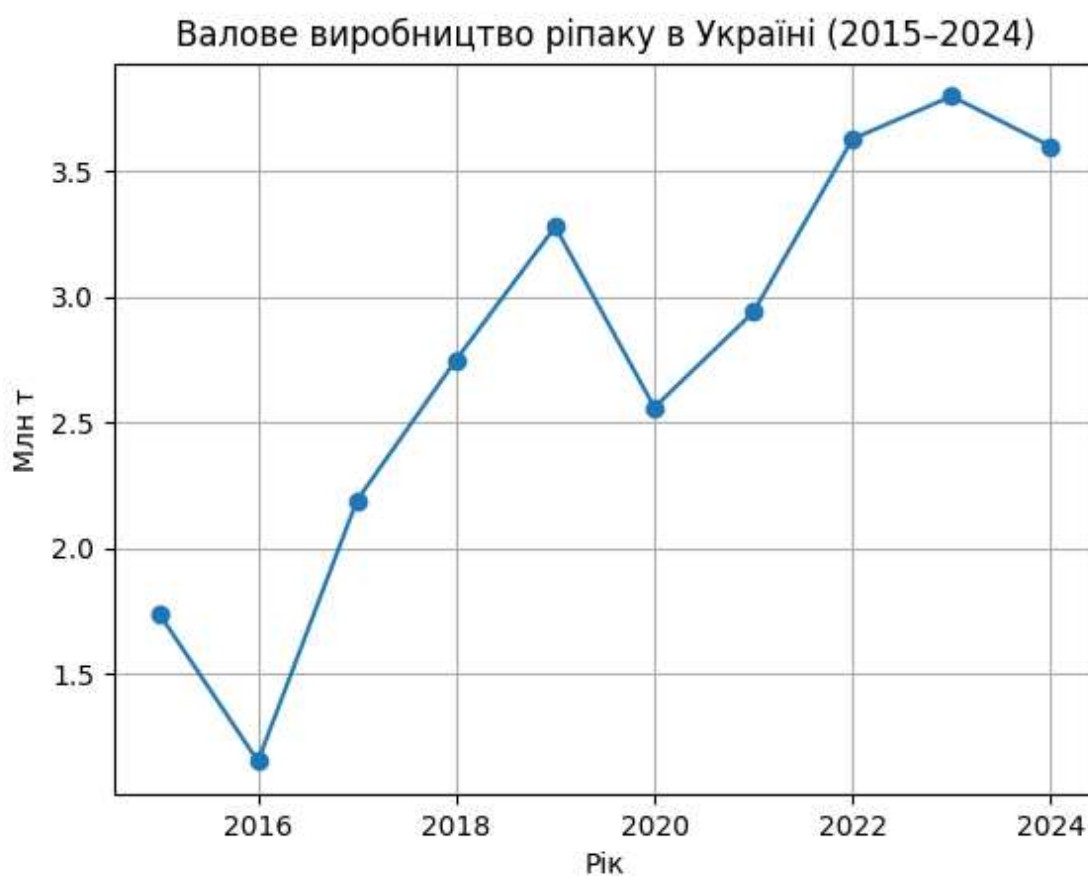


Рис. 1.2 Динаміка валового виробництва ріпаку в Україні за 2015–2024 рр.
(Побудовано за даними Державної служби статистики України, FAOSTAT, USDA).

Дані свідчать про загальну тенденцію до зростання валового виробництва ріпаку в Україні з 2016 по 2023 рік із максимальним значенням у 2023 році (3,8 млн т). У 2024 році спостерігається незначне зниження показників, що зумовлено впливом погодних умов та змінами у структурі посівних площ. В першу чергу це обумовлено високою рентабельністю культури та стабільним попитом на світовому ринку. Крім того, ріпак сприяє диверсифікації виробництва та

зменшенню залежності аграріїв від традиційних культур (пшениці, кукурудзи, соняшнику), що підвищує стійкість аграрного сектору до ринкових коливань.

Світовий експорт ріпаку характеризується високою концентрацією. Лідируючі позиції займають Канада та Австралія. Україна посідає третє місце серед експортерів, забезпечуючи значну частку світового ринку та виступаючи ключовим постачальником сировини для країн Європейського Союзу.

Таким чином, озимий ріпак є багатофункціональною культурою, яка має важливе продовольче, кормове, технічне, енергетичне та агротехнічне значення. Подальше вдосконалення технологій вирощування та селекції культури сприятиме підвищенню ефективності її виробництва та розвитку аграрного сектору.

1.2. Мультиполярність строків сівби ріпаку озимого і причини цього явища

Ріпак озимий належить до культур, яким притаманна висока чутливість до строків сівби, що визначають морфогенез рослин, рівень їх зимостійкості та подальшу продуктивність [79]. Традиційно в агрономічній науці оптимальні строки сівби визначалися як період, за якого рослини до входження в зиму формують 6–8 листків, кореневу шийку діаметром 8–10 мм та розвинену кореневу систему [80].

Однак у сучасних умовах відбувається трансформація уявлень про оптимальні строки сівби, що пов'язано з кліматичними змінами, генетичним прогресом, створенням нових сортів і гібридів, а також розвитком агротехнологій. Це призвело до формування явища мультиполярності строків сівби, яке характеризується збільшенням діапазону ефективних строків та появою кількох альтернативних періодів сівби [81].

Численні дослідження свідчать, що вплив строків сівби на продуктивність культури є значно складнішим і залежить від комплексу факторів: погодних умов, генотипу, рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин. Зокрема, встановлено, що строки сівби визначають: тривалість осінньої

вегетації, рівень накопичення біомаси, морфологічну структуру рослин, зимостійкість і виживання посівів, архітектоніку врожаю. В умовах змін клімату традиційні рекомендації щодо строків сівби потребують перегляду, що зумовлює актуальність концепції їх варіабельності [82].

Історично сформувалися три основні підходи до визначення оптимальних строків сівби культури: класичний (уніполярний), адаптивний та мультиполярний підходи. Класичний підхід передбачає існування одного оптимального строку сівби, який забезпечує найвищу врожайність і відповідає морфологічній моделі рослини. Однак цей підхід не враховує варіабельність погодних умов продовж років.

Адаптивний підхід визначення оптимального строку сівби передбачає зміщення строків залежно від кліматичної зони, погодних умов року, попередника та стану ґрунту.

Сучасні дослідження останніх років сформулювали концепцію мультиполярності, сутність якої полягає в тому, що оптимум строків сівби може мати множинний характер.

Мультиполярність строків сівби — це агроекологічне явище, що полягає у втраті чітко визначеного «єдиного оптимуму» строків сівби та формуванні декількох часових ніш, у межах яких забезпечується реалізація продукційного потенціалу культури [83].

В практичному аспекті це проявляється у можливості ефективного вирощування ріпаку за ранніх строків (перша–друга декада серпня), за класичних (друга–третья декада серпня) і за пізніх строків (перша декада вересня). Численні дослідження показують, що за сприятливих умов різниця врожайності між цими строками може бути статистично незначною, що свідчить про високу пластичність культури.

Ріпак озимий є вибагливим до умов перезимівлі. Правильний вибір строку сівби є основою для гарної загартовування і перезимівлі рослин, формування високого рівня врожаю. Строки сівби – важливий елемент технології вирощування насіння озимого ріпаку і його правильний вибір є передумовою високої стійкості рослин до несприятливих умов зимівлі [83,84].

Допущені значні відхилення від оптимальних строків сівби інколи не піддаються виправленню і можуть стати причиною повної загибелі врожаю. Так, за пізніх строків сівби рослини не встигають сформувати достатню кількість листя в прикореневій розетці, добре розвинену кореневу систему. Польовими дослідженнями вченого О.І. Полякова [85] щодо формування надземної біомаси та осіннього розвитку рослин ріпаку озимого за різних строків сівби встановлено, що показники кількості листя на одній рослині та діаметру кореневої шийки також в основному залежали від строку сівби. За сівби у перший строк (ІІІ декада серпня) залежно від сорту та норми висіву перед відходом у зиму кількість листя на одній рослині дорівнювала 6,2–6,7 шт. За сівби в більш пізній строк (І декада вересня) ці показники знизились до 5,6–6,2 шт. Розмір кореневої шийки рослин також знизились з 8,7–9,4 мм за раннього строку сівби до 7,6–8,3 мм за більш пізнього строку сівби. Встановлено, що стан рослин перед відходом у зиму вплинув на їх перезимівлю. Навесні, після відновлення вегетації, відсоток рослин, що перезимували був більшим за раннього строку сівби порівняно з посівом пізнього строку.

Польовими дослідженнями вчених С.С. Шаповал та В.І. Горщар [86], які проводилися в умовах Дніпропетровської області встановлено, що оптимальні морфобіологічні параметри рослин ріпаку озимого, які забезпечують високу зимостійкість, формуються за сівби 10 вересня. У цей строк спостерігається утворення добре розвиненої розетки листків у кількості 6–8 штук та кореневої шийки діаметром 8–9 мм без ознак витягування точки росту. Середня маса рослини становить 48,1–56,4 г, довжина листка – 37,1–49,1 см, а збереження розеток у зимовий період досягає 84,6–86,3%. Посів ріпаку озимого в першій та другій декадах вересня нормою 0,7 млн. рослин на га забезпечив найвищі показники урожайності та виходу олії. У цих варіантах дослідів відзначено максимальну економічну ефективність, що проявилася у зменшенні собівартості виробництва однієї тони насіння та підвищенні рівня рентабельності до 115–120%.

Ключовим аспектом мультиполярності строків сівби ріпаку озимого є глобальні кліматичні зміни останнього часу. Підвищення середньорічних

температур та зміщення сезонних ритмів розвитку агроecosистем призводять до подовження осіннього періоду вегетації сільськогосподарських культур, зменшення ризиків ранніх заморозків і підвищення температурного режиму осіннього періоду [87-89].

За даними Food and Agriculture Organization [90,91], сучасні кліматичні зміни характеризуються підвищенням середньорічних температур, збільшенням частоти теплих осінніх періодів та зміщенням сезонних меж вегетації, що сприяє розширенню агрокліматичних «вікон» для вирощування сільськогосподарських культур.

Аналогічні висновки наведені у звітах Intergovernmental Panel on Climate Change [92,93], де зазначається, що глобальне потепління призводить до подовження вегетаційного періоду, особливо в помірних широтах, що створює нові можливості для оптимізації строків сівби та підвищення адаптивності агроecosистем. Зокрема, підвищення температури повітря восени забезпечує більш пролонгований період активної вегетації озимих культур, сприяє кращому осінньому розвитку рослин до входження в зимовий період та зменшує ризики отримання слабких (недорозвинених) посівів. Це, у свою чергу, обумовлює розширення допустимого інтервалу строків сівби, що є однією з ключових передумов формування мультиполярності їх оптимумів. Таким чином, кліматичні зміни виступають не лише фактором ризику, але й чинником, що підвищує гнучкість технологічних рішень у рослинництві, зокрема щодо строків сівби озимих культур.

Водночас посушливі умови кінця літа часто унеможливають проведення сівби у традиційні строки, що зумовлює її зміщення на пізніші терміни [94].

Гібриди ріпаку озимого світових селекційних центрів характеризуються високою екологічною пластичністю та адаптивністю до різних строків сівби. За даними Diepenbrock W. та Rathke G.W. [95,96], сучасні наукові розробки в селекції дозволили забезпечити істотне збільшення продуктивності ріпаку озимого за рахунок удосконалення морфобіологічних ознак рослин, зокрема формування потужнішої кореневої системи, підвищення інтенсивності осіннього росту та покращення здатності до накопичення асимілянтів. Встановлено, що

сучасні гібриди характеризуються більшою екологічною пластичністю, підвищеною зимостійкістю та здатністю ефективно реалізовувати потенціал продуктивності навіть за відхилення від оптимальних строків сівби [97].

Крім того, селекційні досягнення сприяли підвищенню стабільності врожайності за рахунок покращення архітекtonіки рослин, зокрема оптимізації гілкування, збільшення кількості стручків на рослині та маси насіння. За даними зазначених авторів [95-97], сучасні сорти та гібриди ріпаку здатні частково компенсувати негативний вплив пізніх строків сівби завдяки швидкому проходженню початкових фаз органогенезу та ефективнішому використанню ресурсів середовища.

Дослідженнями українських вчених В.М. Безкорвайного та В.В. Мойсієнко [98] щодо формування продуктивності сучасних гібридів ріпаку озимого в умовах Лісостепу Правобережного встановлено, що удосконалення окремих елементів технології вирощування ріпаку озимого дає змогу отримати в середньому за три роки досліджень від 3,82 до 4,45 т/га насіння. Кращими гібридами за урожайністю та індивідуальними показниками продуктивності відмічені Експешн (BAYER) та InVigor 1030 (BASF), приріст урожаю насіння яких за сівби з шириною міжрядь 30 см порівняно з шириною міжрядь 15 см становив відповідно – 0,34 т/га та 0,31 т/га. За ширини міжрядь 30 см сучасні гібриди ріпаку озимого спроможні в середньому сформувати від 419,1 до 444,0 стручків на одній рослині. Маса 1000 насінин гібридів ріпаку за ширини міжрядь 30 і 45 см становила від 6,0 до 6,4 г, що на 0,8–0,9 г більше, ніж за сівби з міжряддям 15 см.

Результатами польових досліджень вчених Сумського національного аграрного університету С. Василенко та І. Верещагіним [99] встановлено, що строки сівби та густина стояння істотно впливають на формування структурних елементів врожаю та врожайність озимого ріпаку в умовах Центрального Лісостепу України. З'ясовано, що оптимальні строки сівби (друга декада серпня) у поєднанні з густиною стояння 450–500 тис. рослин/га сприяють інтенсивному розвитку бічної генеративної частини рослин, що

забезпечує формування більшої кількості стручків та вищу загальну продуктивність посівів.

Затримка строків сівби погіршує ріст і розвиток бокових пагонів, призводить до зменшення кількості та маси стручків на них, зниження маси 1000 насінин, що в сукупності негативно позначається на врожайності. Водночас, спостерігається компенсаторне збільшення продуктивності головного пагону, однак цього недостатньо для збереження рівня загального врожаю. Дослідженнями А. Дробітько [100] доведено, що адаптивна реакція гібридів озимого ріпаку на густоту стояння та спосіб сівби є нелінійною і залежить від складної взаємодії біологічних властивостей сорту, гідротермічних умов і технологічних параметрів вирощування.

Таким чином, селекційний прогрес є одним із ключових факторів, що розширює адаптивні можливості культури ріпаку озимого в умовах змін клімату та дозволяє оптимізувати технології його вирощування, зокрема за використання пізніх строків сівби.

Розвиток сучасних агротехнологій також сприяв формуванню мультиполярності строків сівби. Зокрема, впровадження технологій No-till та Mini-till, впровадження точного висіву (precision seeding), застосування регуляторів росту рослин, а також інтенсивних систем удобрення дозволяє зменшити залежність продуктивності ріпаку озимого від строків сівби [101-104].

Дослідження Kirkegaard J.A. [105] свідчать, що адаптивні технології здатні компенсувати негативний вплив як ранніх, так і пізніх строків сівби. Це пов'язано в першу чергу з високою пластичністю культури та можливістю регулювання її ростових процесів за допомогою агротехнічних заходів. Встановлено, що ефективність адаптивних технологій проявляється у здатності системи «рослина–середовище–технологія» до саморегуляції за рахунок активації компенсаторних механізмів рослинного організму, а саме: зміну морфоструктури рослин; перерозподіл асимілянтів; варіабельність компонентів урожайності (кількість стручків, насіння, маса 1000 насінин). У результаті навіть за відхилення від оптимальних строків сівби можливо формування стабільного врожаю.

Результати досліджень [106-109] свідчать, що строки сівби сільськогосподарських культур не є жорстко обмежувачим фактором їх продуктивності. Вони виступають лише одним із елементів технології, вплив якого може бути суттєво скоригований за рахунок адаптивних агротехнічних заходів. В такому значенні і полягає мультиполярність строків сівби. Сучасні технології вирощування дозволяють мінімізувати ризики ранніх і пізніх строків сівби, підвищити стабільність урожайності, ефективно адаптувати виробництво до змін клімату.

У сучасному агровиробництві строки сівби визначаються не лише біологічними, але й виробничими чинниками. У великих аграрних підприємствах посівні площі є значними, а технічні ресурси є обмежені у часовому вимірі, як результат – строки проведення польових робіт розтягуються на 2–3 тижні. В умовах високої концентрації земельного банку та інтенсифікації виробництва аграрні підприємства не завжди мають можливість провести посів у вузькому оптимальному інтервалі навіть за наявності сприятливих погодних умов. Обмеження машинно-тракторного парку, логістичні труднощі, а також необхідність паралельного виконання інших технологічних операцій (збирання попередників, основний обробіток ґрунту, внесення добрив) зумовлюють неминуче подовження строків сівби [110-112].

У результаті цього формується неоднорідна структура посівів, у межах якої одночасно співіснують ділянки з різними фазами розвитку рослин. Така ситуація традиційно розглядалася як негативний фактор, однак у сучасних умовах кліматичної нестабільності вона набуває ознак адаптивної переваги [113,114]. Зокрема, розосередження строків сівби дозволяє:

- знизити ризики втрати врожаю внаслідок несприятливих погодних умов;
- підвищити ймовірність отримання оптимальних сходів хоча б на частині площ;
- більш ефективно використати короткочасні періоди зволоження ґрунту;
- забезпечити певну «страхову диверсифікацію» агровиробництва.

Водночас ефективність такого підходу значною мірою залежить від рівня технологічного забезпечення господарства. Використання сучасних

високопродуктивних сівалок, впровадження систем точного землеробства, а також оптимізація логістики польових робіт дозволяють скоротити тривалість посівної кампанії та підвищити рівномірність розвитку посівів.

Отже, в сучасних умовах інтенсифікації виробництва великотоварних підприємств строки сівби ріпаку озимого формуються як результат взаємодії біологічних, кліматичних та організаційно-виробничих факторів, що обумовлює необхідність переходу від жорстко регламентованих строків до гнучких, адаптивних технологічних рішень. Враховуючи вищенаведене, мультиполярність строків сівби слід розглядати не лише як вимушений наслідок організаційно-технологічних обмежень, але й як елемент адаптивної стратегії управління ризиками в умовах змін клімату.

Проте, мультиполярність строків сівби ріпаку озимого має і свої ризики та обмеження. Так попри суттєве розширення агрокліматичного «вікна сівби» ріпаку озимого в умовах сучасних кліматичних змін, кожна група строків сівби характеризується специфічним комплексом ризиків та обмежень, що впливають на формування продуктивності агроценозів.

Ранні строки сівби традиційно розглядаються як сприятливі для формування добре розвинених рослин перед припиненням осінньої вегетації і входом в зимовий стан спокою. Однак за умов підвищеного температурного режиму осіннього періоду вони можуть призводити до надмірного формування вегетативної маси. В результаті цього відбувається переростання рослин, піднесенні точки росту над поверхнею ґрунту та формуванні видовженого стебла, що істотно знижує зимостійкість таких рослин [115-117].

Переростання рослин є одним із ключових негативних наслідків ранніх строків сівби. За даними Berry P. M. та Spink J. H. [118], такі морфологічні зміни призводять до зниження зимостійкості та підвищення ризику загибелі посівів. Крім того, надмірно розвинені рослини характеризуються підвищеною інтенсивністю дихання та більшими витратами пластичних речовин, що зменшує їх стійкість до низьких температур у зимовий період. Важливим негативним аспектом ранніх строків є також підвищена ураженість рослин хворобами та

шкідниками, що пов'язано з більш тривалим періодом осінньої вегетації та сприятливими умовами для розвитку фітопатогенів [119-122].

Таким чином, ранні строки сівби, попри потенційні переваги, можуть супроводжуватися формуванням фізіологічно ослаблених рослин, менш пристосованих до перезимівлі.

Особливої уваги потребують посіви пізніх строків сівби, вони набувають дедалі більшого поширення в південній частині України за умов дефіциту вологи і пов'язані з обмеженням тривалості осінньої вегетації та недостатнім розвитком рослин до настання зимового періоду. Рослини, висіяні у пізні строки, часто формують лише 2–4 листки, що супроводжується слабким розвитком кореневої системи та недостатнім накопиченням запасних поживних речовин [123,124].

Недорозвинені рослини характеризуються меншою товщиною кореневої шийки, зниженим вмістом цукрів у тканинах та гіршою здатністю до загартування. У сукупності це зумовлює підвищений ризик вимерзання, особливо за умов різких коливань температури та відсутності снігового покриву. Крім того, пізні строки сівби можуть негативно впливати на подальший весняний розвиток рослин, затримуючи відновлення вегетації та обмежуючи реалізацію потенціалу продуктивності. Відповідно наукових досліджень Li Z., et al. [125] встановлено, що пізні посіви ріпаку знижували врожайність порівняно з посівами оптимальних строків на 14-30%.

Отже, як ранні, так і пізні строки сівби мають притаманні їм ризики, які обумовлені порушенням оптимального балансу між ростовими процесами рослин та умовами зовнішнього середовища. У цьому контексті мультиполярність строків сівби не усуває необхідності їх науково обґрунтованої оптимізації. Навпаки, в умовах кліматичної нестабільності особливого значення набуває гнучкий підхід до визначення строків сівби, який передбачає врахування погодних умов конкретного року, рівня забезпечення ґрунту вологою, біологічних особливостей гібридів, а також технологічних можливостей господарства.

Таким чином, ефективне використання різних строків сівби можливе лише за умови їх інтеграції до адаптивної системи землеробства, яка спрямована на мінімізацію ризиків і стабілізацію врожайності ріпаку озимого.

1.3. Можливості коригування стану рослин ріпаку озимого за рахунок застосування рістрегулюючих препаратів

В світовому рослинництві ріпак озимий займає особливе місце і є однією з провідних олійних культур, що характеризується високим рівнем адаптивності, проте водночас чутливістю до умов вирощування, особливо у початкові етапи органогенезу. Формування оптимального морфологічного стану рослин у осінній період визначає рівень їх зимостійкості, регенераційної здатності та продуктивності в наступному вегетаційному циклі [126-128].

Сучасний стрімкий розвиток технології вирощування ріпаку озимого передбачає широке застосування регуляторів росту як ефективного інструменту управління ростовими процесами рослин на різних етапах органогенезу. Рістрегулюючі препарати дозволяють цілеспрямовано впливати на гормональний статус рослин, інтенсивність морфогенезу та адаптаційні реакції до абіотичних і біотичних факторів середовища [129-132].

Ріст і розвиток рослин визначається складною взаємодією фітогормонів, серед яких ключову роль відіграють гібереліни, ауксини, цитокініни, абсцизова кислота (АБК) та етилен. Гібереліни стимулюють подовження клітин і активний ріст надземної маси, тоді як абсцизова кислота, навпаки, сприяє переходу рослин у стан спокою та підвищенню їх стійкості до стресів [133].

Дослідженнями зарубіжних вчених [134, 135] встановлено, що абсцизова кислота (АБК) є багатофункціональним фітогормоном, який міститься в усіх органах рослин і задіяний в регуляції широкого спектру фізіологічних процесів. Розподіл АБК між клітинами, тканинами і органами рослин відіграє істотну роль в регуляції фізіологічних процесів [136]. На думку вчених [137, 138] абсцизова кислота розглядається як ключовий регулятор при формуванні реакції рослин на дію абіотичних стресорів.

Вчений Б.О. Курчій вивчав біологічну роль абсцизової кислоти і етилену та їхній синтез в рослинах за дії стресів. Результатами досліджень встановлено, що абсцизова кислота, зменшуючи окиснювальну дію стресових чинників, функціонує у рослинах як антиоксидант. Збільшення ендогенної концентрації абсцизової кислоти за дії хімічних чинників (діквату, тордону і етилену) і обезводнення являється однією із реакцій захисних антиоксидантних систем у відповідь на збільшення у клітинах окиснювачів (активних вільних радикалів). Зменшення окиснювальної дії хімічних стресів можна досягти шляхом попередньої обробки рослин абсцизовою кислотою [139].

Найбільш важливу роль у морфогенезі рослин відіграють такі фітогормони як ауксини й цитокініни. Вони здатні діяти синергетично, наприклад, під час стимуляції проліферації клітин, а також антагоністично, наприклад, у процесі регуляції росту бокових бруньок пагону і бокових коренів. Реалізація типотентності клітин значною мірою залежить від балансу регуляторів росту в поживному середовищі [140]. Згідно з сучасними поглядами вчених, регуляторна функція фітогормонів розглядається як результат їх складного координованого впливу на ростові, генеративні процеси та залежить від балансу концентрацій стимуляторів (ефекторів) та інгібіторів (репресорів) на різних фазах розвитку рослин [141-143].

Однією із найвідоміших функцій цитокінінів є пролонгація роботи листового апарату рослин, затримка їхнього пожовтіння й старіння. Значна кількість досліджень доводить, що позакореневі обробки рослин та їх листового апарату затримує старіння як зрізаних пагонів так і інтактних листків при переміщенні їх у темряву і активування при цьому синтезу білку й продовженні транспортуванні асимілянтів. В місцях нанесення гормону на старіючому листі фіксувалося значне позеленення тканин [144].

У посівах ріпаку озимого за умов ранніх строків сівби, достатнього зволоження та підвищених температур спостерігається надмірна активація гіберелінового обміну, що призводить до витягування точки росту над поверхнею ґрунту. Таке явище, у свою чергу, знижує морозостійкість рослин і підвищує ризик їх загибелі в зимовий період [95, 145]. У цьому контексті

застосування рістрегуляторів, зокрема інгібіторів біосинтезу гіберелінів, є науково обґрунтованим заходом оптимізації гормонального балансу рослин.

Сучасні рістрегулятори, що застосовуються у посівах ріпаку озимого, можна умовно поділити на такі групи: інгібітори синтезу гіберелінів (ретарданти), комбіновані препарати та біостимулятори і антистресанти.

До першої групи (ретардантів) можна віднести препарати, до складу діючих речовин яких входять – тебуконазол, метконазол, паклобутразол або хлормекват-хлорид. Основна функція зазначених препаратів полягає у блокуванні ключових етапів біосинтезу гіберелінів, що призводить до пригнічення росту біомаси у висоту та формування компактної розетки ріпаку озимого [146, 147].

Дослідженнями вченого Одеського державного аграрного університету В.Я. Щербаковим [148] встановлено, що внесення ретарданту Тілмор у дозі 0,8 л/га суттєво підвищує зимостійкість рослин і збільшує продуктивність культури. Найбільший урожай насіння озимого ріпаку було отримано при осінньому обприскуванні посівів в фазу 4 листків. На підставі проведених досліджень і відповідних розрахунків Щербаков рекомендує, перш за все на ранніх посівах, внесення ретарданту Тілмор у дозі 0,8 л/га, який суттєво підвищує зимостійкість рослин і підвищує урожайність на 3,9 ц/га.

Науковими дослідженнями В.В. Рогач [149] доведено, що обробка рослин озимого ріпаку на початку бутонізації ретардантами з різними механізмами дії призводила до модифікації гормонального статусу, характеру функціонування донорно-акцепторної системи, суттєвих анатомо морфологічних змін вегетативних органів, перерозподілу потоків асимілятів і мінеральних речовин в бік формування репродуктивних господарсько-цінних органів – стручків. За дії ретардантів відбувалося інгібування лінійного росту пагонів з одночасним посиленням галуження стебла і утворенням додаткових гілочок першого порядку. Це супроводжувалося суттєвим потовщенням стебла в першу чергу за рахунок паренхіми первинної кори, збільшення поперечних розмірів склеренхімних волокон та потовщення їх клітинних оболонок. Такі зміни сприяли посиленню механічної міцності стебла і зменшували вилягання, що

створювало технологічні переваги при збиранні урожаю. Найефективнішим було застосування 0,025%-го паклобутразолу. Під впливом препаратів закладалася більша кількість листків і подовжувався термін їх активного функціонування на рослині. Одночасно зменшувалася площа листкової поверхні у рослин дослідних варіантів, що супроводжувалося збільшенням товщини листків за рахунок розростання стовпчастої і губчастої паренхіми.

У сільськогосподарському виробництві значною популярністю користуються комбіновані препарати, які поєднують фунгіцидні функції, захищаючи сільськогосподарські рослини від найбільш шкочинних хвороб (фомоз та ін.), з рістрегулюючою дією ретардантів. Їх застосування дозволяє одночасно вирішувати дві важливі задачі: контроль фітопатогенів і оптимізацію морфогенезу рослин, що особливо актуально в осінній період вегетації.

Відомо, що посіви ріпаку озимого в осінній період часто уражуються збудниками хвороб, серед яких найбільш шкочинними є *Leptosphaeria maculans* (фомоз), *Alternaria spp.*, *Cylindrosporium concentricum* [150-153]. Одночасно за сприятливих умов відбувається інтенсивний вегетативний ріст, що призводить до витягування точки росту та зниження зимостійкості рослин [154].

У зв'язку з цим виникла потреба у створенні препаратів подвійної дії, які здатні одночасно інгібувати розвиток патогенів, регулювати ростові процеси, а також підвищувати адаптивність рослин до стресових факторів. Такі препарати отримали широке застосування завдяки економічній доцільності та високій біологічній ефективності [155].

До третьої, найбільш розповсюдженої групи рістрегуляторів, що застосовуються в рослинництві можна віднести біостимулятори і антистресанти. Зазначені речовини містять в своїй формуляції амінокислоти, гумінові речовини та екстракти водоростей. Їх дія полягає не у пригніченні ростових процесів безпосередньо, проте вони здатні підвищити адаптивний потенціал сільськогосподарських рослин [156].

У сучасних умовах інтенсифікації галузі рослинництва та зростання частоти абіотичних стресів значної уваги набуває використання біостимуляторів, зокрема амінокислот, як ефективного інструменту підвищення адаптивності та

продуктивності сільськогосподарських культур. Амінокислоти є ключовими метаболітами, що беруть участь у синтезі білків, ферментів, фітогормонів і вторинних метаболітів.

Вони виконують низку важливих функцій:

- є структурними компонентами білків;
- беруть участь у регуляції осмотичного потенціалу клітин;
- виступають попередниками фітогормонів (ауксини, поліаміни);
- забезпечують транспорт і акумуляцію азоту;
- відіграють роль у системі антиоксидантного захисту [157].

Особливу роль у стресових умовах відіграють такі амінокислоти, як пролін, гліцин, глутамінова кислота, які забезпечують стабілізацію клітинних структур і мембран [158].

Екзогенне внесення амінокислот у посівах ріпаку озимого забезпечує низку фізіолого-біохімічних ефектів, таких як антистресова дія, інтенсифікація фотосинтетичного процесу рослин, активізація роботи кореневої системи та підвищення коефіцієнту засвоєння поживних речовин з ґрунту.

Антистресова дія полягає у зниженні негативного впливу від прояву низьких температур, посухи та гербіцидного стресу. Це досягається за рахунок стабілізації клітинних мембран та активації антиоксидантної системи [159].

Більшість дослідників [160-165] у своїх працях висловлюють думку, що гербіциди, хоч і призводять до покращення фітосанітарного стану та показників продуктивності посівів, проте часто можуть мати значний виражений негативний вплив на культурні рослини, особливо за використання збільшених від рекомендованих норм таких препаратів. Включення до технологій вирощування сільськогосподарських культур регуляторів росту рослин або біопрепаратів на основі фітогормонів дозволяє більш повно розкрити потенціал культури та частково компенсувати фітотоксичну дію гербіцидів на культурні рослини.

Дослідженнями багатьох вчених [166-171] доведено, що застосування амінокислот у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє підвищенню вмісту фотосинтетичних пігментів, зокрема хлорофілу фракцій а і

b, а також каротиноїдів. Це обумовлено їх участю як попередників у біосинтезі тетрапірольних сполук, що входять до складу хлорофілу, а також регуляцією ферментативної активності, пов'язаної з процесами фотосинтезу.

Крім того, амінокислоти виконують функцію сигнальних молекул і хелатуючих агентів, що покращують засвоєння мікроелементів (Mg, Fe), необхідних для формування хлорофільного комплексу. Встановлено, що під їх впливом підвищується активність ключових ферментів фотосинтетичного апарату, що забезпечує інтенсифікацію процесів асиміляції CO₂. У результаті цього зростає інтенсивність фотосинтезу, підвищується продуктивність фотосинтетичного апарату та ефективність використання фотосинтетично активної радіації.

Зазначені фізіолого-біохімічні зміни сприяють більш активному накопиченню сухої речовини, формуванню більш розвиненої листкової поверхні та підвищенню загальної продуктивності рослин, що особливо важливо в умовах абіотичних стресів, де амінокислоти відіграють також антистресову роль, стабілізуючи клітинні мембрани та знижуючи рівень окисного стресу.

У працях вчених [178] наголошується, що особливістю дії амінокислот є їх здатність підвищувати ефективність засвоєння елементів мінерального живлення через утворення стабільних хелатних комплексів з іонами металів. Це забезпечує підвищення доступності таких мікроелементів, як залізо, цинк, марганець і мідь, що відіграють ключову роль у ферментативних процесах і синтезі біологічно активних сполук. У результаті чого покращується мінеральне живлення рослин, що позитивно впливає на їх ріст і розвиток, особливо на ранніх етапах органогенезу. Крім того, амінокислоти сприяють оптимізації водного режиму рослин, підвищуючи осмотичний потенціал клітин і регулюючи роботу дихального апарату. Деякі амінокислоти, зокрема пролін, виконують функцію осмопротекторів, що дозволяє рослинам ефективніше переносити дефіцит вологи та інші абіотичні стреси. Це особливо актуально в умовах змін клімату та нестабільного зволоження, де розвиток потужної кореневої системи у поєднанні з регуляцією водного балансу забезпечує підтримання високої фізіологічної активності рослин.

Істотне значення має вплив амінокислот на активізацію ґрунтової мікробіоти ризосфери. Вони слугують джерелом доступного органічного азоту та енергетичним субстратом для корисних мікроорганізмів, що сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту. Активізація мікробіологічних процесів, у свою чергу, покращує мобілізацію поживних речовин і їх доступність для рослин, що додатково підсилює ефективність функціонування кореневої системи [172,173].

Амінокислоти відіграють важливу роль у регуляції ростових процесів рослин, зокрема у формуванні та функціонуванні кореневої системи. Вченими В.Скляр, К. Кирильчук, І. Зубцова, А. Новікова та С. Ярощук встановлено, що їх застосування сприяє стимуляції розвитку коренів, що забезпечує підвищення ефективності засвоєння води та елементів мінерального живлення [174]. Екзогенні амінокислоти активізують процеси клітинного поділу та диференціації у зоні кореневої меристеми, що зумовлює інтенсивніше утворення бічних коренів і корневих волосків. Унаслідок цього збільшується загальна поглинальна поверхня кореневої системи та підвищується її функціональна активність.

Механізми дії амінокислот пов'язані з їх участю у біосинтезі фітогормонів, зокрема ауксинів, які є ключовими регуляторами процесів ризогенезу. Крім того, амінокислоти виступають сигнальними молекулами, здатними впливати на експресію генів, що контролюють ріст і розвиток кореневої системи, а також беруть участь у регуляції метаболічних процесів і енергетичного обміну в клітинах.

Важливою особливістю дії амінокислот є їх здатність підвищувати ефективність засвоєння елементів мінерального живлення через утворення хелатних комплексів із іонами мікроелементів. Це сприяє покращенню доступності таких елементів, як залізо, цинк, марганець і мідь, що відіграють важливу роль у ферментативних реакціях та синтезі біологічно активних сполук. У результаті оптимізується мінеральне живлення рослин і підвищується інтенсивність ростових процесів [175].

Крім того, амінокислоти сприяють регуляції водного режиму рослин, підвищуючи осмотичний потенціал клітин і стабілізуючи функціонування клітинних мембран. Зокрема, такі амінокислоти, як пролін, виконують функцію осмопротекторів, що підвищує стійкість рослин до дії абіотичних стресів, зокрема посухи. Це у поєднанні з формуванням більш розвиненої кореневої системи забезпечує ефективніше використання ґрунтової вологи [176,177].

Суттєвим є також вплив амінокислот на біологічну активність ризосфери. Вони слугують джерелом доступного органічного азоту для ґрунтових мікроорганізмів, стимулюючи їх розвиток і активність. Активізація мікробіологічних процесів у ґрунті сприяє мобілізації поживних речовин і підвищенню їх доступності для рослин, що додатково підсилює ефективність функціонування кореневої системи [178-180].

Таким чином, застосування амінокислот забезпечує комплексний вплив на рослини, що проявляється у стимуляції розвитку кореневої системи, покращенні водного та мінерального живлення, а також підвищенні стійкості до стресових факторів середовища, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню продуктивності агроценозів.

Амінокислоти виступають у ролі природних хелатуючих агентів, утворюючи стабільні комплекси з іонами мікроелементів, що підвищує їх доступність для рослин [181]. Це сприяє покращенню засвоєння таких елементів, як залізо, цинк, марганець і мідь, які є необхідними для функціонування ферментативних систем і процесів метаболізму. Встановлено, що амінокислоти здатні підвищувати ефективність засвоєння елементів живлення та активізувати фізіологічні процеси в рослинах .

Крім того, амінокислоти підвищують проникність клітинних мембран та активізують транспортні системи, що забезпечує інтенсивніше надходження поживних речовин у клітини. Вони можуть виступати переносниками елементів живлення у формі органічних комплексів, полегшуючи їх транспортування як у ґрунті, так і в рослині. За даними вітчизняних досліджень [182,183], біостимулятори впливають на фізіологічні процеси рослин і сприяють більш повній реалізації їх продуктивного потенціалу.

Важливим є також опосередкований вплив через стимуляцію розвитку кореневої системи та активізацію ризосферних процесів. Зокрема, застосування біостимуляторів сприяє розвитку кореневої системи та покращує адаптацію рослин до умов вирощування. У сукупності це забезпечує оптимізацію мінерального живлення, інтенсифікацію фізіолого-біохімічних процесів і підвищення продуктивності рослин.

За даними численних досліджень, застосування рістрегуляторів забезпечує суттєві зміни морфологічної структури рослин, що проявляється у перебудові їх архітекτονіки та перерозподілі асимілятів [184]. Зокрема, встановлено зменшення висоти рослин на 15–30%, що обумовлено пригніченням інтенсивності подовження міжвузлів, а також збільшення товщини кореневої шийки на 20–40%, що є важливим адаптивним показником. Одночасно відзначається підвищення маси кореневої системи та формування 6–8 добре розвинених листків у розетці, що свідчить про оптимізацію ростових процесів і покращення морфофункціонального стану рослин [79,97,185].

Такі морфологічні зміни мають важливе агробіологічне значення, оскільки сприяють підвищенню зимостійкості рослин завдяки формуванню компактноі розетки та накопиченню пластичних речовин у кореневій шийці. За даними вітчизняних досліджень, застосування регуляторів росту у посівах ріпаку озимого забезпечує підвищення адаптивності рослин до умов перезимівлі та зменшення негативного впливу абіотичних факторів [79,80,186].

Крім того, зменшення висоти рослин і зміцнення їх механічних тканин знижує ризик вилягання посівів, що є особливо актуальним за інтенсивних технологій вирощування. Покращення структурної організації рослин позитивно впливає на фотосинтетичну діяльність, оскільки листкова поверхня набуває оптимальних параметрів та підвищується ефективність використання фотосинтетично активної радіації [187,188].

Ефективність застосування рістрегулюючих речовин у технологіях вирощування ріпаку озимого визначається сукупною дією агробіологічних, технологічних і погодних чинників, серед яких ключове значення мають строки сівби, густота стояння рослин, гідротермічні умови та фаза розвитку культури.

Зазначені фактори безпосередньо впливають на інтенсивність ростових процесів та морфогенез рослин [189].

Науковими дослідженнями встановлено, що оптимальним періодом застосування рістрегулюючих препаратів є фаза 4–6 листків (ВВСН 14–16), коли відбувається формування розетки та закладається особливості архітекtonіки рослини [79,190]. У цей період препарати забезпечують пригнічення надмірного подовження міжвузлів, стимулюють розвиток кореневої системи, сприяють потовщенню кореневої шийки та накопиченню поживних речовин. Це, у свою чергу, підвищує стійкість рослин до несприятливих умов перезимівлі та формує передумови для реалізації їх продуктивного потенціалу.

Постійна інтенсифікація технологій вирощування вимагає також повторного застосування рістрегуляторів у весняний період, зокрема у фазі стеблуння, що дозволяє впливати на висоту рослин, зміцнювати механічні тканини та зменшувати ризик вилягання посівів [191]. При цьому ефективність таких заходів значною мірою залежить від погодних умов, зокрема температурного режиму та забезпеченості вологою, які визначають фізіологічну активність рослин.

Таким чином, ефективність застосування рістрегуляторів визначається не лише їх хімічною природою та нормами внесення, але й комплексом умов вирощування, що обумовлює необхідність диференційованого та науково обґрунтованого підходу до їх використання у сучасних технологіях вирощування ріпаку озимого.

Висновки до розділу 1.

Таким чином, узагальнення результатів вітчизняних і зарубіжних досліджень свідчить, що застосування рістрегулюючих препаратів є невід’ємним елементом сучасних інтенсивних технологій вирощування ріпаку озимого, спрямованих на реалізацію генетичного потенціалу культури. Їх дія має комплексний характер і проявляється у регуляції морфогенетичних процесів, що забезпечує формування оптимальної архітекtonіки рослин, зокрема обмеження

надмірного росту надземної маси, посилення розвитку кореневої системи та потовщення кореневої шийки.

Встановлено, що застосування рістрегуляторів сприяє підвищенню зимостійкості рослин за рахунок формування компактної розетки, накопичення запасних пластичних речовин і підвищення стійкості до дії низьких температур. Одночасно відбувається покращення фізіологічного стану рослин, що проявляється в оптимізації фотосинтетичної діяльності, підвищенні ефективності використання елементів живлення та адаптації до абіотичних стресів. Сукупність зазначених ефектів забезпечує підвищення рівня врожайності та покращення якісних показників продукції.

Разом із тим, ефективність рістрегуляції значною мірою визначається взаємодією комплексу факторів, серед яких ключове значення мають строки сівби, густота стояння рослин, погодні умови та фаза розвитку культури. Важливу роль відіграє також фізіологічний стан посівів, що обумовлює необхідність диференційованого підходу до вибору препаратів, норм їх застосування та строків внесення.

У зв'язку з цим актуальним напрямом подальших досліджень є наукове обґрунтування оптимальних параметрів застосування рістрегуляторів у різних ґрунтово-кліматичних умовах, зокрема визначення ефективних норм, строків і кратності внесення, а також розробка комбінованих систем застосування регуляторів росту та біостимуляторів. Це сприятиме підвищенню стабільності продукційного процесу та ефективності вирощування ріпаку озимого в умовах змін клімату.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика кліматичних умов зони проведення дослідів

Основу дисертаційного дослідження складають польові досліді, що проведені впродовж 2023 – 2025 років в умовах землекористування Товариства з обмеженою відповідальністю «Добробут» Миколаївського району Миколаївської області с. Михайлівка (координати GPS: 47.142855095618984, 31.62331416058428).

Територія району розміщена у центральній частині Миколаївської області, яка відноситься до зони Степу. Район знаходиться в межах Причорноморської низини з максимальною висотою над рівнем моря – 150 м. Превалюючий тип рельєфу на території району – широкорівнинний, має певний нахил на південь Чорноморського басейну. За зволоженням регіони південного та сухого Степу відносяться до помірно-сухої та дуже сухої категорії. В середньобогаторічному циклі ймовірність сухих років становить до 35%, більш посушливих – 45-55% і лише до 10% підвищено зволених. У зв'язку з цим реалізація потенціалу озимого ріпаку та інших сільськогосподарських культур у цій зоні є відносно низькою, однак серед них найкращі показники урожайності мають озимі [192].

Клімат Південного Степу України помірно-континентальний з м'якою малосніжною зимою та жарким літом. Щорічне надходження сумарної радіації становить 115 – 116 ккал/см², з яких 94 – 95 ккал/см² надходить впродовж вегетаційного періоду. Прихід фотосинтетичної активної радіації за період вегетації становить 45 – 50 ккал/см². Абсолютний максимум температур 37 ... 42⁰С, абсолютний мінімум – 29 ... - 35⁰С. Тривалість вегетаційного періоду 210 – 215 днів, а безморозного, від останнього заморозку весною до першого восени від 165 до 220 днів. Період з середньодобовими температурами вище + 10⁰С, за кількістю днів близький до безморозного, за цей період накопичується 3200 – 3500⁰С активних температур. Щорічна сумарна кількість опадів коливається в межах 350 – 470 мм з мінливістю за роками від 140 – 160 мм до 600 – 680 мм.

Основна кількість опадів (60 – 70%) припадає на теплий період року, переважно у вигляді злив, які, супроводжуються шквалистим вітром, а інколи і з градом. Характерні тривалі (50 – 60 днів) бездошові періоди. Посуха спостерігається щорічно. Відносна вологість повітря впродовж 49 – 50 днів знижується до 30% і менше.

Максимальні запаси продуктивної вологи в місцях розташування кореневої системи спостерігаються весною, в метровому шарі ґрунту її 90 – 110 мм. У посушливі роки запаси складають 50 – 70 мм, а глибина промочування лише 40 – 60 см, а в роки з численними опадами глибина промочування перевищує 150 – 170 см.

Весна – період, обмежений стійкими переходами середньодобової температури повітря 0°C і 15°C , коротка, не більше двох місяців, з різким наростанням тепла. Перехід температури повітря відбувається через 0°C на початку березня, а в кінці березня середньодобова температура досягає 5°C . Перехід температури через 10°C спостерігається у кінці другої – на початку третьої декади квітня, а вдень вона підвищується до $20 - 25^{\circ}\text{C}$, ґрунт на глибині 10 см прогрівається до $8 - 10^{\circ}\text{C}$.

Літо продовжується в межах середньодобових температур вище 15°C , а його початок настає в кінці першої – початку другої декади травня. Тривалість його більше 5 місяців. Після збирання озимих і ранніх ярих культур до перших заморозків восени, накопичується $1500 - 2000^{\circ}\text{C}$ позитивних температур, що дозволяє при зрошенні вирощувати повторні посіви зернових і кормових культур. Літом протягом 25 – 30 днів температура повітря підвищується до 30°C і вище. Майже кожні три роки буває ґрунтово-повітряна посуха. В окремих випадках тривалість періоду без опадів досягає 100 – 110 днів.

Восени спостерігається незначний період середньодобової температури повітря через 15°C і 0°C . Осінь триває приблизно 2,5 місяця, часто буває посушливою та несприятливою для одержання своєчасних сходів озимого ріпаку. У середині жовтня починаються перші заморозки, після них можливе тривале повернення тепла і сухої погоди.

Зима в цілому тепла і сприятлива для перезимівлі озимих культур. Тривалість її біля трьох місяців з вкрай нестійким температурним режимом. Характерні тривалі відлиги, часто на посівах утворюється льодяна кірка, що призводить до зрідження, а то й до загибелі посівів. Вірогідність зниження температури повітря до мінус 25⁰С складає 70 – 75%. Основні запаси вологи в ґрунті накопичується в зимовий період. Промерзання перешкоджає проникненню вологи в глибину ґрунту. Середня глибина промерзання 40 – 50 см, можлива до 100 – 120 см. Ґрунт повністю розтає, як правило, в третій декаді березня.

Серед інших несприятливих для сільськогосподарських культур явищ погоди на території області у вегетаційний період спостерігається град, дуже сильний дощ, зливи, сильний вітер та пилові бурі. Жорстка атмосферна засуха, яка часто поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації сільськогосподарських культур (ГТК менше 0,7), має ймовірність 90% на більшій частині території області.

Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень-жовтень) коливається від 59% влітку до 80% весною та восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30% та менше за цей період становить 27-51 день, у приморських районах – 4-5 днів. За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнту) територію зони поділено на два агрокліматичних райони (високого рівня теплозабезпечення посушливого та високого рівня теплозабезпечення дуже посушливого) [193].

Кліматичні умови зони розташування дослідних ділянок характеризуються як помірно-континентальні [194]. Відповідно багаторічним даним Миколаївського обласного центру з гідрометеорології середньорічні показники погодних умов наведено в таблиці 2.1.

Аналізуючи наведені дані, встановлено, що розподіл опадів по сезонам року є нерівномірним і більша частина яких випадає влітку: зима – 116 мм (24,6%); весна – 106 мм (22,5%); літо – 153 мм (32,4%) і осінь – 97 мм (20,5%).

**Характеристика погодних умов місяця проведення дослідів за
середньобагаторічними показниками (метеостанція м. Миколаїв)**

Місяць	Опади, мм	Температура, °С		Відносна вологість повітря, %
		повітря	грунту на глибині 10 см	
Січень	36	-3,1	-1,7	84
Лютий	35	-1,8	-0,2	83
Березень	30	2,6	3,0	78
Квітень	32	10,2	9,4	69
Травень	44	16,5	17,1	64
Червень	54	20,4	19,8	63
Липень	58	22,3	23,3	62
Серпень	41	21,8	24,7	60
Вересень	39	16,9	21,1	66
Жовтень	22	10,3	11,4	75
Листопад	36	4,4	6,2	84
Грудень	45	-0,1	0,0	73
Разом	472	-	-	-
Середнє за рік	-	10,0	11,2	72

Незважаючи на більшу кількість атмосферних опадів влітку, саме цей період характеризується найбільшим дефіцитом природного зволоження, оскільки високий температурний режим повітря обумовлює найвищий рівень випаровування. У зв'язку з чим будь-який період за рівнем вологозабезпечення краще за все характеризувати за показником гідротермічного коефіцієнту, який розраховують за формулою:

$$\text{ГТК} = \frac{R}{0,1 * \sum T}, \text{ де}$$

R – сума опадів, мм

ΣT – сума температур, °C

Відповідно існуючої шкали ГТК умови можна класифікувати наступним чином:

- ГТК < 0,4 – дуже сильна посуха.
- ГТК від 0,4 до 0,5 – сильна посуха.
- ГТК від 0,6 до 0,7 – середня посуха.
- ГТК від 0,8 до 0,9 – слабка посуха.
- ГТК від 1,0 до 1,5 – достатньо волого.
- ГТК > 1,5 – надмірно волого.

Для умов проведення дослідів за період вегетації озимого ріпаку маємо наступні значення ГТК (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Значення ГТК по місяцям вегетації озимого ріпаку

Місяць	Сума опадів, мм	Сума температур, °C	ГТК
Серпень	41	676	0,61
Вересень	39	507	0,77
Жовтень	22	319	0,69
Листопад	36	136	2,65
Березень	30	78	3,85
Квітень	32	306	1,04
Травень	44	511	0,86
Червень	54	612	0,88

Встановлена значна розбіжність значень показнику ГТК доволі часто спостерігається лише у південних регіонах зони Степу, де влітку цей показник майже ніколи не піднімається вище позначки 0,9. Відповідно за таких значень можна фіксувати умови слабкої посухи.

2.2 Характеристика ґрунтів дослідних ділянок

Для зони проведення польових дослідів характерне глибоке залягання ґрунтових вод, які практично не впливають на процеси ґрунтоутворення. Рослинний покрив за таких умов живиться лише вологою, яка абсорбується ґрунтовим комплексом за рахунок атмосферних опадів. Відповідно усі заходи, спрямовані на накопичення і збереження ґрунтової вологи, набувають істотного значення.

За механічним складом ґрунти проведення польового дослідження є важкосуглинисті із значно зруйнованою структурою. Щільність ґрунту має тенденцію до зростання від верхніх до нижніх горизонтів (від 1,0-1,1 у шарі 0-10 см і до 1,4-1,5 г/см на метровій глибині). Дані щодо динаміки водно-фізичних властивостей ґрунту різних шарів дослідної ділянки наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Динаміка водно-фізичних властивостей ґрунту дослідної ділянки за шарами метрового горизонту

Шар ґрунту, см	Щільність, г/см ³	Шпаруватість, %		
		Загальна	у тому числі	
			некапілярна	капілярна
0 – 10	1,08	52,4	32,0	20,4
10 – 20	1,18	50,1	37,6	12,5
20 – 30	1,25	48,3	37,0	11,3
30 – 40	1,34	48,0	34,1	13,9
40 – 60	1,40	46,9	33,7	13,2
60 – 80	1,44	46,0	33,0	13,0
80 – 100	1,49	43,0	31,4	11,6

Аналізуючи дані таблиці 2.3 встановлено, що в цілому, щільність ґрунту в орному шарі можна вважати такою, що відповідає оптимальним показникам, але більш глибокі шари (понад 25 см) мають надмірне ущільнення. В той же час,

загальна шпаруватість ґрунту доволі висока і знаходиться в межах 50% з перевагою капілярної, що обумовлює високий рівень водоутримуючої здатності.

За таких умов вологість сталого в'янення ($V_{св}$) ґрунтів має високе значення і в орному шарі становить 13,1%. Найменша вологоємність ($V_{нв}$) метрового шару ґрунту становить 22,6%. Якщо розрахувати запас продуктивної вологи ($W_{пв}$) за наведеними показниками для шару 0-100 см, одержимо наступний результат:

$$W_{пв} = 0,1gh (V_{нв} - V_{св}) = 0,1 * 1,31 * 100 * (22,6 - 13,1) = 124,5 \text{ мм, де:}$$

g – щільність шару ґрунту, $г/см^3$;

h – досліджуваний шар ґрунту, см

$V_{нв}$ – фактична вологість, %

$V_{св}$ – вологість сталого в'янення, %

З проведених розрахунків встановлено, що за умов наявності вологи на рівні найменшої вологоємності, загальний запас продуктивної вологи у шарі 0 – 100 см становитиме 124,5 мм.

Попередником для озимого ріпаку щороку було парове поле і відповідно років досліджень поля змінювались: у 2023 р. використовували поле №1, у 2024 р. - №2 і в 2025 р. - №3. Усі зазначені поля мали вирівняну поверхню, без схилів та руйнувань, обумовлених ерозійними процесами.

У відповідності з даними агрохімічних паспортів земельних ділянок дослідного поля, розроблених Миколаївською філією ДУ «Держґрунтохорона» ґрунти дослідних ділянок характеризуються наступними агрохімічними показниками (табл. 2.4).

Результати лабораторних агрохімічних досліджень свідчать, що за вмістом гумусу, нітратного азоту та рухомого калію дослідні поля досить ідентичні в усі роки спостережень. Але, за вмістом рухомого фосфору поле №1 (2023 р.) помітно поступалось полям 2 і 3 в наступні роки спостережень. За даними вмісту мікроелементів можна зробити висновок про наявність дефіциту в ґрунті рухомих форм цинку і марганцю.

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки

Рік	N поля	Вміст в орному шарі					
		гумус, %	макроелементи, мг/1 кг ґрунту			мікроелементи, мг/1 кг ґрунту	
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Mn
2023	1	3,1	13,2	56	164	0,32	4,6
2024	2	3,1	14,4	68	171	0,40	5,1
2025	3	3,0	15,0	69	171	0,39	4,9

Якщо порівняти фактичний вміст макроелементів з оптимальними значеннями, то можна чітко простежити значний їх дефіцит у ґрунті дослідної ділянки (рис. 2.1-2.3).

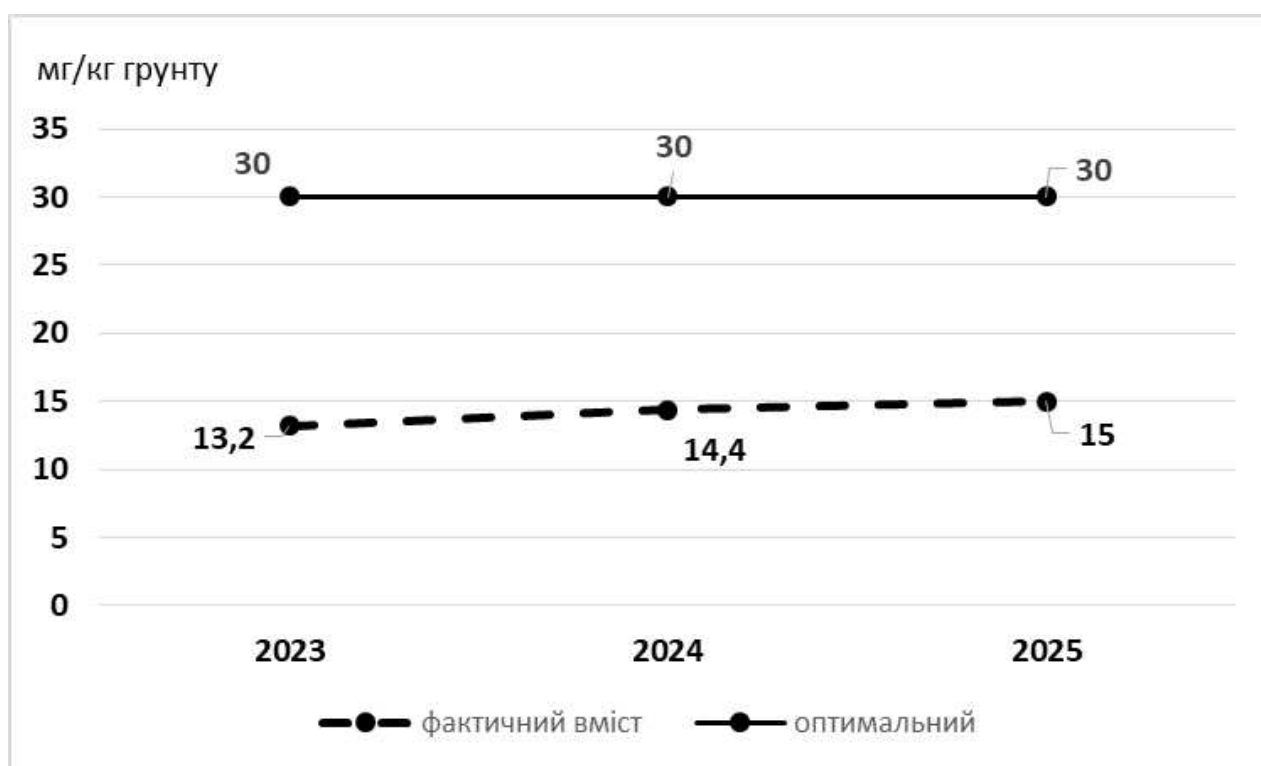


Рис. 2.1 Співвідношення фактичного та оптимального рівня вмісту нітратного азоту в ґрунті дослідної ділянки

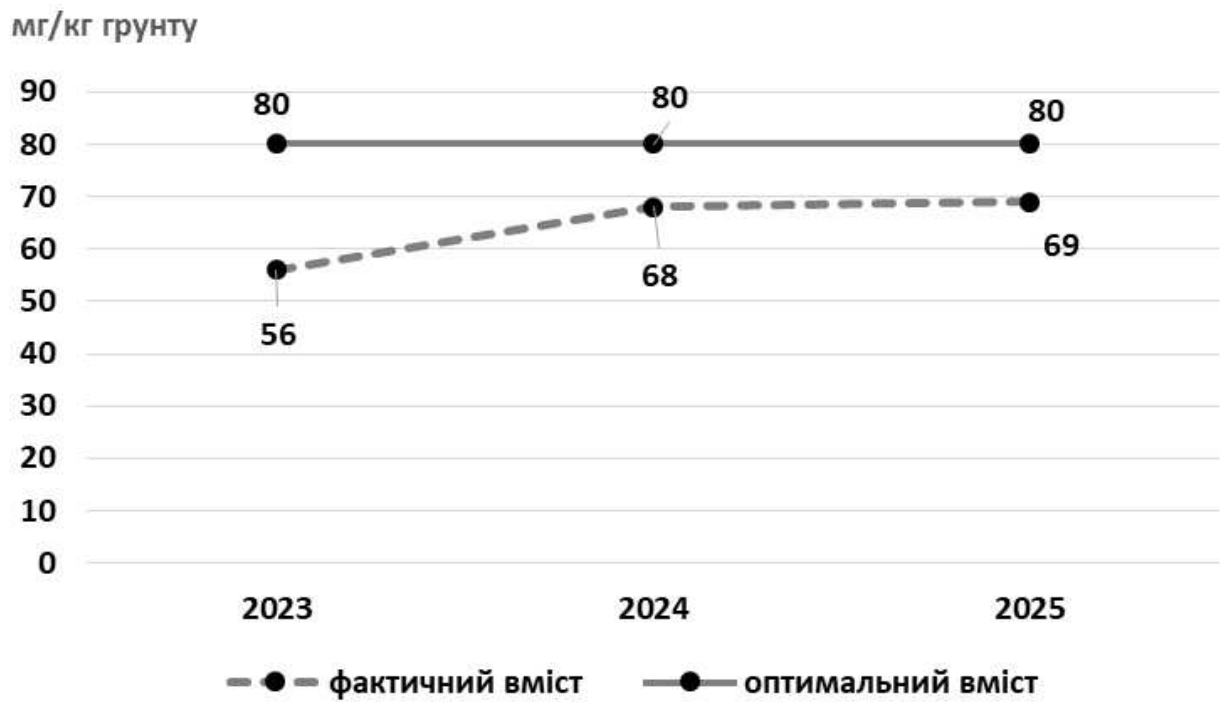


Рис. 2.2 Співвідношення фактичного та оптимального рівня вмісту рухомого фосфору в ґрунті дослідної ділянки

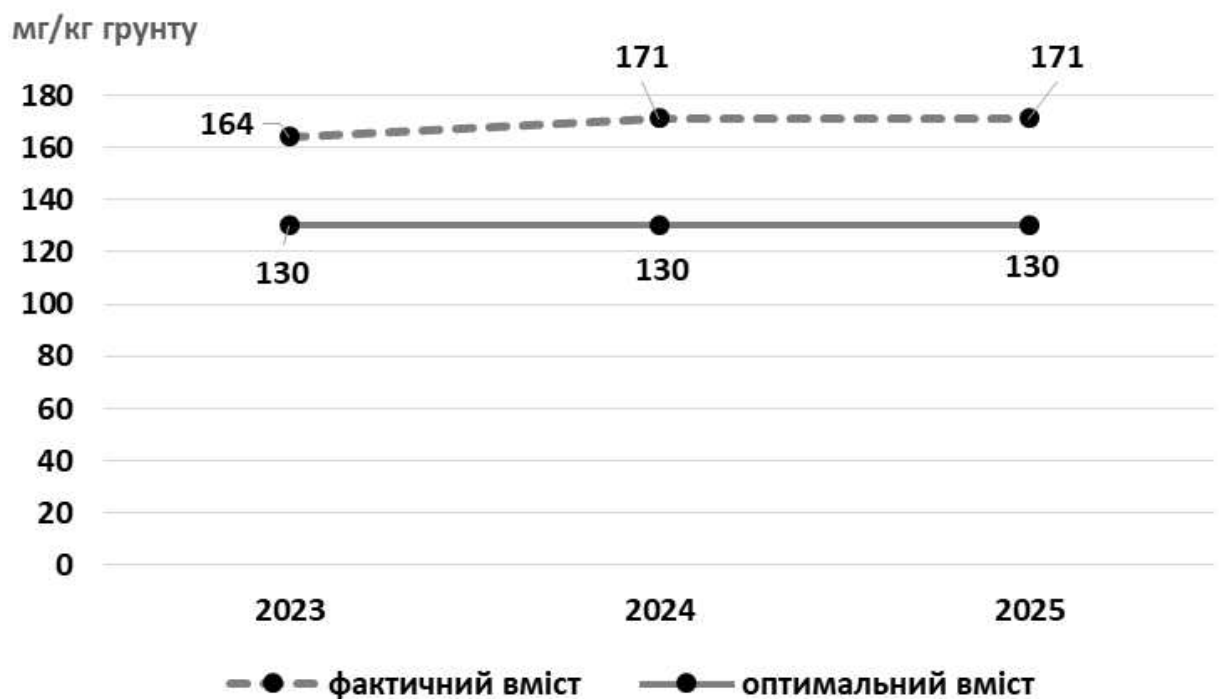


Рис. 2.3 Співвідношення фактичного та оптимального рівня вмісту обмінного калію в ґрунті дослідної ділянки

Аналізуючи дані рисунку 2.3 необхідно зазначити, що рівень забезпечення зазначених ґрунтів калієм є винятковим, вміст цього макроелементу у ґрунті впродовж років проведення спостережень навіть перевищував оптимальні значення. Результатами досліджень щодо забезпеченості макро- та мікроелементами ґрунту дослідних ділянок доведено, що найбільш дефіцитним елементом є азот, вміст якого не перевищував і 30% від оптимальних значень.

2.3 Особливості погодних умов в роки проведення досліджень

В попередньому підрозділі наведено особливості погодно-кліматичних умов зони проведення досліджень за середньобогаторічними показниками Миколаївського обласного центру гідрометеорології. Зазначені матеріали дають уявлення про загальні характеристики щодо кількості тепла та вологозабезпечення, яке формує висновок про стан природних ресурсів зони в цілому. Проте, середньобогаторічні значення показників температурного режиму та кількості опадів не завжди співпадають з фактичним станом погоди в той чи інший рік проведення спостережень. Доволі часто відхилення за такими показниками можуть досягати до 20% і вище, а фактичні дані з вологозабезпечення можуть змінюватися впродовж конкретного року до 40%. Тому, для характеристики умов досліджень, необхідно проводити детальний аналіз фактичних даних по кожному з років спостережень з урахуванням порівняльної оцінки відносно середньобогаторічних значень.

Для проведення аналізу погодних умов років досліджень, які базувались на температурі повітря та кількості опадів, наводимо значення цих основних погодних показників за всі роки проведення спостережень згідно програми наукових досліджень (за 2022 – 2025 рр.) (табл. 2.5, 2.6).

Якщо проаналізувати дані температурного режиму впродовж вегетації озимого ріпаку, наведених в таблиці 2.5 необхідно зазначити, що він завжди був вищим порівняно із середньобогаторічними значеннями.

**Середньомісячна температура повітря за роки проведення досліджень
порівняно з середньобагаторічними показниками, °С**

Рік	Місяць												Середнє за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2022	-0,8	2,4	1,8	9,7	15,4	21,6	24,3	24,4	15,1	11,5	5,3	2,4	11,0
2023	1,1	0,7	5,2	10,1	16,2	21,3	24,4	24,8	19,9	14,2	6,4	2,2	12,2
2024	-0,9	2,8	2,9	11,6	12,6	22,2	27,1	24,3	19,8	11,8	2,9	2,0	11,6
2025	2,5	-5,8	4,3	4,3	12,5	21,0	25,8	22,9	17,3	10,3	9,1	2,1	10,5
Сер. багат.	-3,1	-1,8	2,6	10,2	16,5	20,3	23,3	21,8	16,9	10,3	4,4	-0,1	10,0

Основним показником, що характеризує погодні умови є кількість атмосферних опадів. І у цьому відношенні роки мали суттєву відмінність.

**Кількість опадів за роки проведення досліджень порівняно з
середньобагаторічними показниками, мм**

Рік	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2022							4,2	42,0	61,2	15,2	39,6	55,2
2023	2,8	8,6	6,5	88,4	70,0	8,5	70,4	18,0	2,6	10,2	11,8	23,2
2024	38,0	2,1	38,0	47,4	16,8	84,4	1,6	13,0	62,0	62,4	31,0	35,2
2025	6,8	8,8	6,4	22,6	50,6	18,4						
Сер. багат.	36	35	30	32	44	54	58	41	39	22	36	45

Аналіз погодних умов років досліджень виявив, що сума опадів по кожному із сільськогосподарських років мала наступні значення: 2022-2023 рр. – 408 мм; 2023-2024 рр. – 365 мм; 2024-2025 рр. – 379 мм. В той час як за середньобагаторічними даними сума опадів за аналогічний період досягала 472 мм. Встановлено, що за усіх років спостережень опадів було менше середньобагаторічної норми, проте і розподіл їх впродовж вегетаційного періоду був нерівномірним. Для озимого ріпаку визначальним є посівний період, а саме

отримання дружніх і своєчасних сходів. У цьому відношенні перевагу мав перший рік досліджень, коли за серпень – вересень випало 115 мм опадів, тоді як у 2023-2024 рр. цей показник становив лише 8 мм і сходи було одержано лише у жовтні, після випадіння 64 мм опадів. Характеризуючи 2024-2025 рр. виявлено, що умови зволоження були на середньо-посушливому рівні: для раннього строку сівби опадів було недостатньо (лише 13 мм), а вересень мав добре зволоження (62 мм).

Висновки до розділу 2

Аналіз документації підприємства, даних Миколаївського обласного центру гідрометеорології, результатів власних спостережень та агрохімічного обстеження ґрунтів дає можливість зробити наступні висновки:

1. Зона проведення польових досліджень є типовою для південної частини Степу з чітко вираженим дефіцитом вологозабезпечення з річною сумою опадів 472 мм. Особливо посушливим виявився літній період і початок осені.

2. Ґрунти ділянок, де закладалися польові досліді, характеризуються низьким вмістом азоту (7,2 – 8,4 мг/кг ґрунту), середнім – фосфору (56 – 69 мг/кг) та високим – калію (164 – 171 мг/кг).

3. Погодні умови в роки проведення спостережень були різними, як за окремими гідрометеорологічними показниками, так за їх співвідношенням та перебігом впродовж вегетації озимого ріпаку. У відповідності до комплексною агрокліматичною аналізу умови 2023-2024 року можна вважати найбільш несприятливими, а 2024-2025 року – помірносприятливим і типовим для даної зони вирощування. Найбільш сприятливими виявилися погодні умови 2022-2023 року – з рівнем природного зволоження вище середнього.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Загальнометодичні аспекти досліджень

Метою наукового дослідження було вивчення умов, що сприяють посівам озимого ріпаку пізніх строків сівби сформувати задовільний урожай з достатнім рівнем рентабельності.

Враховуючи актуальність і недостатній рівень вивченості наукової проблеми, була сформована програма наукових досліджень, яка базувалася на розв'язанні наступних завдань:

- дослідити комплекс умов осіннього періоду розвитку, які обумовлюють формування рослин озимого ріпаку у відповідності його вимогам;
- визначити рівень зимостійкості рослин залежно від строку сівби і застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт;
- за показниками фактичного вологозабезпечення розрахувати водний баланс ґрунту у шарі 0-100 см³ визначенням загального і питомого водоспоживання;
- дослідити особливості формування кореневої системи озимого ріпаку, які сприяють зростанню стійкості рослин до нестачі вологи;
- зробити кількісний і якісний аналіз фотосинтетичної діяльності рослин з визначенням показників фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу;
- дослідити процес формування генеративних органів і порівняти потенційну та фактичну продуктивність посіву;
- зробити облік урожаю з розрахунком фактичних втрат при збиранні; проаналізувати зразки насіння на їх хімічний склад залежно від вивчених заходів;
- здійснити всебічну статистичну обробку результатів експерименту, для визначення ступеню суттєвості наявних відмінностей;
- на основі кореляційного аналізу встановити напрям і рівень парних і множинних зв'язків між різними показниками характеристик рослин;

- розрахувати основні економічні показники вирощування озимого ріпаку різних строків сівби і варіантів застосування препарату Хелафіт, з метою мати чітке уявлення про окупність додаткових витрат.

Програмою наукових досліджень було передбачено вивчення впливу рістстимулюючого препарату на фенологічні, біометричні показники рослин, фітосанітарний стан посівів, насіннєву продуктивність та якість отриманої продукції при вирощуванні ріпаку озимого за різних строків сівби. Для реалізації програми досліджень було закладено класичний короткотривалий двохфакторний польовий дослід впродовж 2023 – 2025 рр, в умовах дослідного поля ТОВ «Добробут» Миколаївського району Миколаївської області с. Михайлівка (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Місце розташування польового дослідження

Польовий дослід передбачав вивчення двох факторів, де фактором А були різні строки сівби озимого ріпаку – ранній (15.08), оптимальний (05.09) і пізній (25.09); фактором В – різні фази внесення рістстимулюючого препарату (фаза 2-3-х справжніх листків восени, фаза бутонізації і внесення в обидві фази).

Контролем виступав варіант посіву озимого ріпаку в оптимальний строк 05.09. без внесення препарату, що стимулює ростові процеси. Розміщення ділянок у досліді було двоюрисним у чотирикратній повторності (рис. 3.2).

I повторення												II повторення																			
15.08				05.09				25.09				15.08				05.09				25.09											
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
III повторення												IV повторення																			
05.09				25.09				15.08				05.09				25.09				15.08											
3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2				

Рис. 3.2 Схема розташування ділянок у досліді (1- контроль; 2 - фаза 2-3-х справжніх листків восени; 3 - фаза бутонізації; 4 – подвійне внесення)

Дослідна ділянка мала площу 1600 м², площа облікової ділянки складала 900 м² (один прохід комбайну із жниваркою 6 м довжиною 150 м). Зазначений посівний комплекс висіває ріпак з міжряддям 15 см.

3.2 Методика основних і супутніх досліджень

Для об'єктивного сприйняття одержаних результатів і можливості обґрунтування окремих висновків впродовж усієї вегетації озимого ріпаку було проведено комплекс основних і супутніх досліджень, а саме:

1. Вологість ґрунту визначали на момент початку проведення сівби і впродовж весняно-літньої вегетації (початок весняного відновлення вегетації і

повна стиглість насіння). Проби ґрунту відбирали пошарово (0-10; 10-20; 20-30; 30-50; 50-70; 70-100 см). Після цього бюкси з ґрунтом сушили до постійної ваги при температурі 105. По кількості випаровуваної води розраховували вологість ґрунту за формулою:

$$V = (m_1 - m_2) / m_1 * 100, \text{ де:}$$

V – вологість ґрунту, %

m_1 – маса сирого ґрунту, г

m_2 – маса сухого ґрунту, г

2. Коефіцієнт водоспоживання розраховували за формулою:

$$K_b = (W_1 - W_2 + O) / Уб \text{ де:}$$

K_b – коефіцієнт водоспоживання, м³/т біомаси;

W_1 – запас продуктивності вологи на початку вегетації, м³/га;

W_2 – запас продуктивної вологи в кінці вегетації, м³/га;

O – атмосферні опади за вегетацію, м³/га;

$Уб$ – урожай абсолютно сухої біомаси, т/га

3. Запас продуктивної вологи розраховували за формулою:

$$W = 0,1gh (V - V_b), \text{ де:}$$

W – запас продуктивної вологи, м³/га;

g – щільність ґрунту, г/см³;

V – вологість ґрунту фактична, %

V_b – вологість сталого в'янення, %

4. Польову схожість ($Пс$) визначали підрахунком повноцінних сходів на виділених ділянках площею 0,5 м² (рамка 72 x 69,4). Підрахунок проводили у 8-ми разовому повторенні (по 4 ділянки на 2 неграничних повтореннях). Одержану величину з площі 4 м² (0,5 x 8) ділим на 4 і це була фактична густина сходів, яку ділили на кількість висіяних насінин (50) і виражали у %.

$$Пс = K_c / K_n * 100$$

5. Впродовж вегетації – триразово (1 – бутонізація; 2 – цвітіння; 3 – повна стиглість) вимірювали довжину стебла у 10 рослин (по 5 з кожного неграничного повторення). Вимірювали лінійкою від поверхні ґрунту до найвищої точки рослин.

6. Площу листя вимірювали сканометричним методом. Для цього сканували на кожному варіанті 10 листків з різних ярусів і зважували їх. Потім брали 20 типових рослин, обривали і зважували все листя. Площу всього листя з проби визначили з пропорції:

$$\frac{m_1 - S_1}{m_2 - x} \quad x = \frac{m_2 \times S_1}{m_1}$$

де:

x – площа листя у пробі з 20 рослин

m_1 – маса відсканованих 10 листів, г

m_2 – маса усього листя з проби, г

S_1 – площа відсканованих 10 листів.

Вимірювання площі асиміляційної поверхні проводили 2 рази восени (до внесення рістрегулюючого препарату і через 20 діб після), а також 3 рази за період весняно – літньої вегетації (бутонізація, цвітіння, плодоутворення).

7. За показниками площі листя та урожаю надземної фітомаси розраховували такі фотосинтетичні показники:

а) Фотосинтетичний потенціал (ФП), який показує добуток від множення середньої за певних міжфазний період площі листя на тривалість цього періоду:

$$\text{ФП} = \frac{S_1 + S_2}{2} \times T, \text{ де}$$

S_1 – початкова площа листя, тис. м²/га

S_2 – кінцева площа листя, тис. м²/га

T – тривалість міжфазного періоду, діб

б) Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), яка показує скільки абсолютно сухої речовини утворює 1м² листової поверхні за добу:

$$\text{ЧПФ} = \frac{\text{Пб}}{\text{ФП}}, \text{ де:}$$

Пб – приріст біомаси за період від одної фази до другої (за T діб), г

ФП – фотосинтетичний потенціал, тис. м²/га х діб

8. Масу коренів визначили за методикою В.В. Гамаюнової [195]. На площі 0,125м² вибирали ґрунт і відмивали водою з нього корені, які потім сушили

до абсолютно сухого стану і зважували. Відмивали корені по шарам 0 – 10; 10 – 20 і 20 – 30 см. Оскільки операція трудомістка ми обмежились лише шаром ґрунту 0 – 30 см аби визначити вплив не тільки строків сівби, а й застосування рістрегулюючого препарату на розвиток кореневої маси. Для визначення особливостей розташування коренів по шарам у 2023 р. у фазі плодоутворення коренів відмивали у шарі 0 – 50 см.

9. Урожай надземної біомаси визначали двічі: на початку цвітіння та під час плодоутворення. Цей міжфазний період по рокам становив: (2023 – 25; 2024 – 30; 2025 – 31 доба).

Надземну частину рослин ріпаку зрізали під корінь з площі 0,25м² у 6 – кратному повторенні та зважували. Після чого проводили відбір зразків, в яких визначали вологість та робили перерахунок на абсолютно суху масу за формулою:

$$U_{см} = \frac{U_{зм}}{100 - В}, \text{ де:}$$

$U_{см}$ – урожай сухої маси, кг

$U_{зм}$ – урожай зеленої маси, кг

$В$ – вологість маси, %

10. Продуктивність роботи кореневої системи ріпаку визначали у фазу плодоутворення за всіма варіантами дослідів. Розрахунок показника здійснювали за формулою:

$$P_k = \frac{M_b}{M_k}, \text{ де:}$$

P_k – продуктивність кореневої системи, кг/кг

M_k – маса коренів у шарі ґрунту 0 – 30 см, кг/га

M_b – суха надземної біомаси, кг/га

11. Облік і спостереження за формуванням генеративних органів здійснювали методом підрахунку усіх бутонів, квіток і продуктивних стручків. Для зазначеного аналізу відбирали по 10 рослин у фазу бутонізації, цвітіння та повної стиглості, після чого робили підрахунок спочатку бутонів, квіток, а згодом і продуктивних стручків. За співвідношенням цих органів визначили

ступінь реалізації потенційних можливостей рослин залежно від чинників, що вивчали.

12. Об'ємну масу посіву розраховували в період повної стиглості ріпаку як частину від ділення урожаю надземної маси на об'єм посіву:

$$O_m = \frac{U_b}{D \times 1000}, \quad \text{де:}$$

O_m – об'ємна маса посіву, кг/м³

U_b – урожай біомаси, кг

D – довжина стебла ріпаку, м.

Цей показник характеризує рівень щільності посіву.

13. Урожайність озимого ріпаку визначали методом прямого комбайнування комбайном Claas Dominator з жнивркою обладнаною «ріпаковим столом». Таким чином облікова ділянка мала ширину 9 м, а довжину 200 м, загальною площею 1800 м². Після обмолоту маси отримане насіння зважували, відбирали зразки з визначенням вологості, після чого робили перерахунок на базисну вологість – 8%. Перерахунок здійснювали за формулою:

$$U_{\text{баз}} = U_{\text{ф}} \frac{100 - V_{\text{ф}}}{100 - V_{\text{баз}}}, \quad \text{де}$$

$U_{\text{баз}}$ – урожайність з базисною вологістю, т/га

$U_{\text{ф}}$ – урожайність зі збиральною вологістю, т/га

$V_{\text{ф}}$ – фактична (збиральна) вологість насіння, %

$V_{\text{баз}}$ – базисна вологість насіння (8%)

Індивідуальну продуктивність (г/1 рослину) визначали діленням урожаю з 1 м² на кількість рослин:

$$I_p = P_p / K, \quad \text{де:}$$

I_p – індивідуальна продуктивність, г/1 рослину

P_p – популятивна продуктивність, г/м²

K – кількість рослин на 1 м² перед збиранням урожаю.

14. Кореляційні зв'язки урожайності з деякими показниками онтогенезу рослин визначили методом кореляційного аналізу за методикою В.О. Ушкаренко

[196]. Відповідно цієї методики проведено розрахунки коефіцієнту кореляції між урожайністю озимого ріпаку та:

- густотою стеблостою;
- масою насіння з 1 рослини;
- кількості стручків на 1 рослині;
- площею листя з 1 рослини та з 1 га;
- урожаєм надземної біомаси.

15. Математичну обробку отриманих експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу за методикою В.В. Гамаюнової [195,197]. Кінцевим результатом розрахунків є визначення величини найменшої істотної різниці, яка чітко показує якою має бути різниця між варіантами досліду, аби її можна вважати суттєвою, математично доведеною (більше за показник НІР).

16. Якість одержаної товарної продукції визначали методом хімічних лабораторних аналізів в Миколаївському регіональному центрі державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». У відібраних під час збирання урожаю зразках, визначили вміст сирого протеїну, жиру, безазотних екстрактивних речовин, клітковини та зольних елементів. Аналізи з якості продукції проводили впродовж усіх років спостережень.

17. Економічний аналіз виробництва одержаної продукції проводили відповідно методів порівняння вартості цієї продукції та рівня виробничих витрат за усіма варіантами досліду. Серед економічних показників, що визначались, були такі:

- умовно чистий прибуток, грн/га;
- собівартість товарного насіння, грн/т;
- умовний рівень рентабельності, %

18. Висновки за результатами дослідження формували окремо по кожному підрозділу, а в кінці роботи наводили загальні висновки, які повністю узгоджувалися з висновками за окремими розділами.

3.3 Характеристика гібриду, рістстимулюючого препарату і агротехнічні аспекти вирощування озимого ріпаку на дослідній ділянці

В досліді висівався гібрид озимого ріпаку «ЛГ Конструктор» (оригіна́тор – компанія «Ліма-грейн», Франція), який відноситься до середньоранньої групи стиглості типу 00 (безерукової кислоти), спеціально розроблений для використання у виробничій системі Clearfield. До основних особливостей гібриду «ЛГ Конструктор» можна віднести:

- найпопулярніший гібрид в Європі по стійкості до TuYV (вірус жовтухи турнепсу);
- володіє високим рівнем пластичності та стабільності в складних погодно-кліматичних умовах зони Степу;
- один з найкращих гібридів за показниками зимостійкості;
- володіє швидким початковим розвитком восени;
- має високу стійкість до вилягання з одночасним потужним рівнем гілкування;
- високий вміст олії;
- генетично стійкий до розтріскування стручків;

Основними характеристиками гібриду є високий рівень зимостійкості (8 балів) та посухостійкості (7 балів); олійність (9 балів); урожайність (9 балів). Зазначений гібрид має високу стійкість до вилягання (8 балів) і до прояву основних збудників хвороб: циліндроспоріозу (8 балів), фомозу (8 балів), білої гнилі (8 балів). Рекомендована норма висіву гібриду складає 350 – 500 тис/га. «ЛГ Конструктор» має високий потенціал врожайності понад 7,0 т/га.

Для стимуляції ростових процесів та оперативної дії на рослини озимого ріпаку в досліді вивчався комбінований препарат біологічного походження «Хелафіт», створений в Інженерно-технологічному інституті «Біотехніка» НААН України. Цей препарат поліпшує ростові функції рослин завдяки синергетичному впливу, який охоплює всі частини рослин, а відтак підвищує продуктивності посіву в цілому. Хелафіт – багатокомпонентний препарат, який містить в собі:

- комплекс легкозасвоюваних мікроелементів у збалансованій для всіх стадій розвитку культурної рослини халатній формі (Fe, Mg, Mn, Mo, Cu, B);
- спори й клітини мікробної культури – продуцентів родів *Bacillus Subtilis*, *Pseudomonas*, що надає препарату фунгіцидних функцій для боротьби з грибковими та бактеріальними хворобами;
- багатфункціональні стимулятори й регулятори росту (ауксини, цитокініни, гібереліни, бетаїн, гумінові та фульвокислоти, амінокислоти).

Збалансована препаративна формула містить також високоефективні органічні розчинники, що дозволяє впродовж тривалого часу утримувати препарат на поверхні рослин до повного його поглинання. Рістстимулюючий препарат Хелафіт, окрім прямого впливу всіх компонентів, виконує функцію антистресанта, що це дозволяє підвищити стійкість рослин до посухи, екстремально високих температур, а також пом'якшує негативний вплив інших хімічних засобів захисту. У зв'язку з тим, що Хелафіт не викликає формування резистентності у фітопатогенів, препарат має стабільну дію впродовж багатьох років використання. Залишки препарату не накопичуються у ґрунті та продукції рослинництва, не пригнічують активність корисної мікрофлори і тому, зазначений препарат, може бути застосований для одержання органічної продукції.

Внесення Хелафіту сприяє підвищенню урожаю зернових колосових на 0,3-0,6 т/га, соняшника до 0,5 т/га, добре зарекомендував себе на кормових, овочевих культурах, в садівництві та виноградарстві. Застосувати біологічний препарат можливо у будь-яку фазу розвитку рослин, навіть під час дозрівання плодів, ягід та винограду, оскільки він є цілком безпечним для людини, тварин, птахів, риб та бджіл. Існує практика застосування Хелафіту разом із будь-якими фунгіцидами. Випускається Хелафіт у ПЕТ-ємностях по 1 та 5л. Рекомендовано зберігати за температури від 0-2 до 30-33⁰С. ТУУ – 20.1. – 2000813859 – 001:2015.

Сучасне рослинництво дедалі частіше використовує препарати, що стимулюють або регулюють ріст рослин. Їхня популярність зумовлена поєднанням високої ефективності та відносно невеликих витрат на придбання і

внесення. На ринку можна зустріти як продукцію відомих світових брендів, так і, на жаль, недоброякісні підробки, які теж набули поширення.

Усі живі організми в природі мають власні регулятори росту, які сприяють оптимізації їхніх функцій. У рослин такі речовини називаються фітогормонами. Серед них найбільш відомі гібереліни, що впливають на ріст і плодоносіння, ауксини, які забезпечують розвиток кореневої системи, та цитокініни, відповідальні за формування бруньок і пагонів. Однак регуляція росту є лише одним із багатьох шляхів покращення умов життєдіяльності рослин. На сьогоднішній день на ринку представлено значну кількість біопрепаратів, здатних виконувати різноманітні функції:

- сприяти активізації мікробіологічної діяльності як у загальному масштабі, так і серед мікроорганізмів, що мешкають у ризосферній зоні;
- гальмувати розвиток шкідливих патогенних мікроорганізмів, джерел хвороб, що надає засобам фунгіцидні властивості;
- покращувати симбіотичні зв'язки між рослинами та корисними організмами в їхньому середовищі існування.

Дана категорія препаратів активно впроваджується у сільськогосподарське виробництво з метою отримання екологічно чистої продукції. Очевидно, що повністю замінити хімічні засоби захисту рослин на сучасному етапі розвитку агротехнологій не вбачається можливим. Проте вони здатні слугувати ефективною альтернативою для певних видів аграрної продукції, значущість якої, безумовно, буде зростати у майбутньому.

Третя категорія регуляторів росту представлена препаратами, до складу яких входять мікроелементи у хелатній формі. Виробництво даних препаратів передбачає використання різного складу мікроелементів, що визначає доцільність і ефективність їх застосування для конкретних видів сільськогосподарських культур.

На сучасному ринку стимуляторів і регуляторів росту наразі представлено понад 150 різних препаратів. Щодо Хелафіту, то він належить до групи комбінованих препаратів, який містить комплекс мікроелементів в хелатній формі та поєднує в собі стимулюючу та фунгіцидну дію.

Комплекс агротехнічних операцій з вирощування озимого ріпаку в дослідному полі, (за винятком агроприймів, які могли бути фактором дослідження) зводився до наступного: попередником вирощування культури впродовж років досліджень був чорний пар, який утримувався в чистому від бур'янів стані увесь весняно-літній період (до початку сівби озимого ріпаку). Сівбу культури проводили гібридом «ЛГ Конструктор» нормою 500 тис. насінин/га та розпочинали відповідно досліджуваних строків посіву 15.08, 05.09 та 25.09 відповідно. Посів здійснювали трактором Case IH Puma 220 (220 к.с.) агрегатованим сівалкою зерновою механічною SZM Ніка-4, ширина міжрядь складала 15 см. Одночасно з посівом було проведено і внесення гранульованих мінеральних добрив нормою $N_{20}P_{20}K_{20}$ (нітроамофоска – 140 кг/га у фізичній величині).

Особливістю осіннього догляду за посівами була боротьба зі шкідниками, яка зводилася до моніторингу і подальшої обробки рослин інсектицидами від Великого ріпакового прихованохоботника (*Ceutorhynchus napi*). Для чого після отримання сходів встановлювалися жовті чашки-пастки по 2 шт на 10 гектарів з вересня до середини жовтня. Якщо за 3 дні в пастку потрапляє від 10 і більше жуків (це економічний поріг шкодочинності (ЕПШ)), приймалося рішення про внесення інсектицидів контактної-системної дії з діючими речовинами (циперметрин та лямбда-цигалотрин). Необхідно зазначити, що моніторинг посівів на рахунок пошкоджень хрестоцвітними блішками (*Phyllotreta cruciferae*) в досліді не вівся, оскільки усе насіння, що висівалося в досліді було оброблено інсектицидним комплексом з діючою речовиною імідаклоприд + тіаметоксам. Такий обробіток утворював захист сім'ядольних листків від пошкодження блішками на період 30-40 діб від початку сходів, а в подальшому утворені справжні листки не уражувалися комахами.

Зимовий період догляду за посівами зводився до контролю гризунів на посівах озимого ріпаку взимку, який включає моніторинг їх чисельності (понад 5 колоній/га – небезпечно) та застосуванні родентицидів для знищення шкідників. Гризуни завдають значної шкоди, поїдаючи листя та кореневу систему, особливо при потеплінні та таненні снігу, оскільки вони активно

шукають їжу під сніговим покривом. Також в цей період важливим є підживлення посівів азотними добривами наприкінці лютого (у «лютневій вікні» по мерзло-талому ґрунту). Для таких підживлень використовували аміачну селітру нормою 160 кг/га у фізичній вазі (N₅₅ у діючій речовині), внесення проводили розкидачем мінеральних добрив МВУ-1,0.

Весняний цикл робіт був представлений заходами із контролю в посіві чисельності та визначення шкодочинності шкідників, збудників хвороб та бур'янів з урахуванням показника їх ЕПШ. Для контролю однорічних дводольних та багаторічних, у тому числі й коренепаросткових бур'янів після відновлення вегетації рослин весною вносили гербіцид Галера Супер® (містить три діючих речовини: Клопіралід, Піклорам, Амінопіралід) нормою 0,3 л/га. Для контролю збудників основних хвороб і шкідників проводили вегетаційні обробки рослин інсектицидом Вантекс® (діюча речовина – Гамма-цигалотрин, 60 г/л) нормою внесення 0,1 л/га у фазу початку бутонізації та Біскайя® (діюча речовина – Тіаклоприд, 240 г/л) у фазу цвітіння; фунгіцид Альтерно® (діюча речовина – Пілакlostробін, Метконазол) нормою 1,0 л/га для контролю збудників сірої гнилі, фомозу та склеротиніозу. Вегетаційні обробки озимого ріпаку препаратом Хелатит відбувалися у фазі розвитку рослин відповідно програми наукових досліджень. Облік врожаю проводився способом прямого комбайнування комбайном Claas «Tiscano» з пристроєм для збирання ріпаку та перерахунком врожайності на базову вологість насіння 8% та смітцевої домішки 2%.

Висновки до розділу 3

1. Програма наукових досліджень охоплює важливі агротехнологічні аспекти вирощування озимого ріпаку за вимушено пізніх строків сівби. Зокрема, передбачається використання комбінованих ристрегулюючих препаратів, які сприяють стимулюванню росту та розвитку рослин на початкових етапах органогенезу з метою формування оптимального стану рослин перед припиненням вегетації восени. Теоретичне обґрунтування та практична

реалізація цих підходів дозволять вивести товарне виробництво цієї культури в незрошуваних умовах зони Степу на якісно новий рівень.

2. Розроблена схема проведення польового експерименту та розташування дослідних ділянок на обраній площі спрямовані на зведення до мінімуму впливу неконтрольованих факторів, що забезпечує отримання максимально надійних і обґрунтованих результатів.

3. Застосування загальноприйнятих методик наукових досліджень для вирішення завдань, поставлених у роботі, сприятиме отриманню об'єктивних, значущих і достовірних результатів. Отримані данні можуть бути трансформовані в практичні рекомендації для сільськогосподарських товаровиробників Південного Степу, які спеціалізуються на вирощуванні насіння озимого ріпаку. Що, у свою чергу, дозволить частково мінімізувати проблему дисбалансу в окремих ланках жиросімейного комплексу національної економіки України.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Особливості розвитку рослин ріпаку озимого в осінній період вегетації

Осінній період вегетації є основним і визначальним щодо рівня продуктивності агроценозу з точки зору формування рослин, здатних протистояти несприятливим умовам перезимівлі і навесні мати високий рівень енергії відновлення вегетації. Ще 30 років тому німецькі фахівці визначили морфологічну модель рослини озимого ріпаку, яка забезпечує оптимальні параметри перезимівлі та подальшого розвитку. Згідно цієї моделі рослини до припинення осінньої вегетації повинні сформувати розетку з 8 – 10 листків та діаметр кореневої шийки 8 – 10 мм (рис. 4.1)



Рис. 4.1 Схематичний вигляд морфологічної моделі рослин ріпаку озимого

За пізніх строків сівби (друга половина вересня) рослини зазвичай не встигають сформувати рослину з такими морфологічними параметрами і тому теоретично було показано повну недоцільність таких строків. Але практика показала, що для одержання позитивного результату у багатьох випадках для ріпаку достатньо сформувати розетку з 2-3 справжніх листків і з діаметром кореня всього 2,5-3,0 мм. Це перш за все стосується років з теплою зимою і пізньою прохолодною весною. Унікальність ріпаку полягає в тому, що навіть за пізніх строків сівби він формує доволі глибоку кореневу систему і за рахунок цього має високу компенсаторику для швидкого розвитку надземної біомаси. Якщо умови складаються сприятливо, урожайність пізніх посівів може досягти 80 – 90% від оптимального. Але, все ж таки слаборозвинені рослини пізніх посівів потребують додаткової підтримки у вигляді додаткового внесення мультифункціональних рістрегулюючих препаратів. Такі препарати зазвичай є:

- джерелом мікроелементів;
- препарати, що володіють фунгіцидним ефектом;
- активаторами цитокінінів, що стимулюють розвиток кореневої системи;
- антистресантами;
- препаратами, що оптимізують мінеральне живлення.

Відповідно, застосування рістрегулюючих препаратів дає завжди позитивний ефект, але особливо високий рівень цього ефекту можна очікувати на пізніх посівах, які сформували ослаблені і недорозвинені рослини. Дійсно, проведені дослідження показали, що строки сівби призводять до широкого спектру змін багатьох параметрів.

4.1.1 Вологість ґрунту у посівний період

Волога відіграє вирішальну роль в одержанні своєчасних і дружніх сходів. Особливо це стосується озимих культур, сівба яких припадає в основному на період, коли дефіцит вологи особливо відчутний. І навіть серед озимих культур найбільш проблематичною з точки зору одержання своєчасних сходів є озимий

ріпак. Лише у вересні 2024 року вологість ґрунту у шарі 0-5 см задовольняла вимоги озимого ріпаку для одержання дружніх і повних сходів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Вологість ґрунту у посівний період, %

Строк сівби	Вологість, %			Продуктивна волога, мм		
	Шар ґрунту, см					
	0 – 5	5 – 10	10 – 20	0 – 5	5 – 10	10 – 20
2022 р.						
15.08	14,1	18,1	16,4	1,31	3,68	5,64
05.09	13,9	18,9	18,3	1,21	4,14	7,92
25.09	16,1	17,7	19,1	2,20	3,45	8,88
2023 р.						
18.08	13,9	16,3	14,5	1,32	2,71	3,24
05.09	12,9	15,4	14,7	0,60	2,12	2,20
25.09	11,7	15,0	13,4	0	2,06	0,72
2024 р.						
15.08	14,0	15,3	16,0	1,31	2,10	2,70
05.09	20,7	21,4	19,2	4,95	5,58	8,90
25.09	14,7	17,8	18,0	1,73	3,51	7,56

Під час сівби насіння ріпаку заробляють у ґрунт на глибину 3-4 см. Як бачимо з наведених даних, запас продуктивної вологи в цьому шарі коливався від 0 до 4,95 мм. Для одержання нормальних сходів потрібно, щоб запас продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 10 см становив не менше, ніж 8 – 10 мм. В наших дослідках лише у 2024 році за сівби 05 вересня вологи було достатньо (10,53 мм). Решта випадків – це одержання сходів із запізненням на 15 – 20 діб за рахунок післяпосівних опадів.

На рисунку 4.2 наведено діаграму, побудовану на середніх за 3 роки даних по вологозабезпеченню.

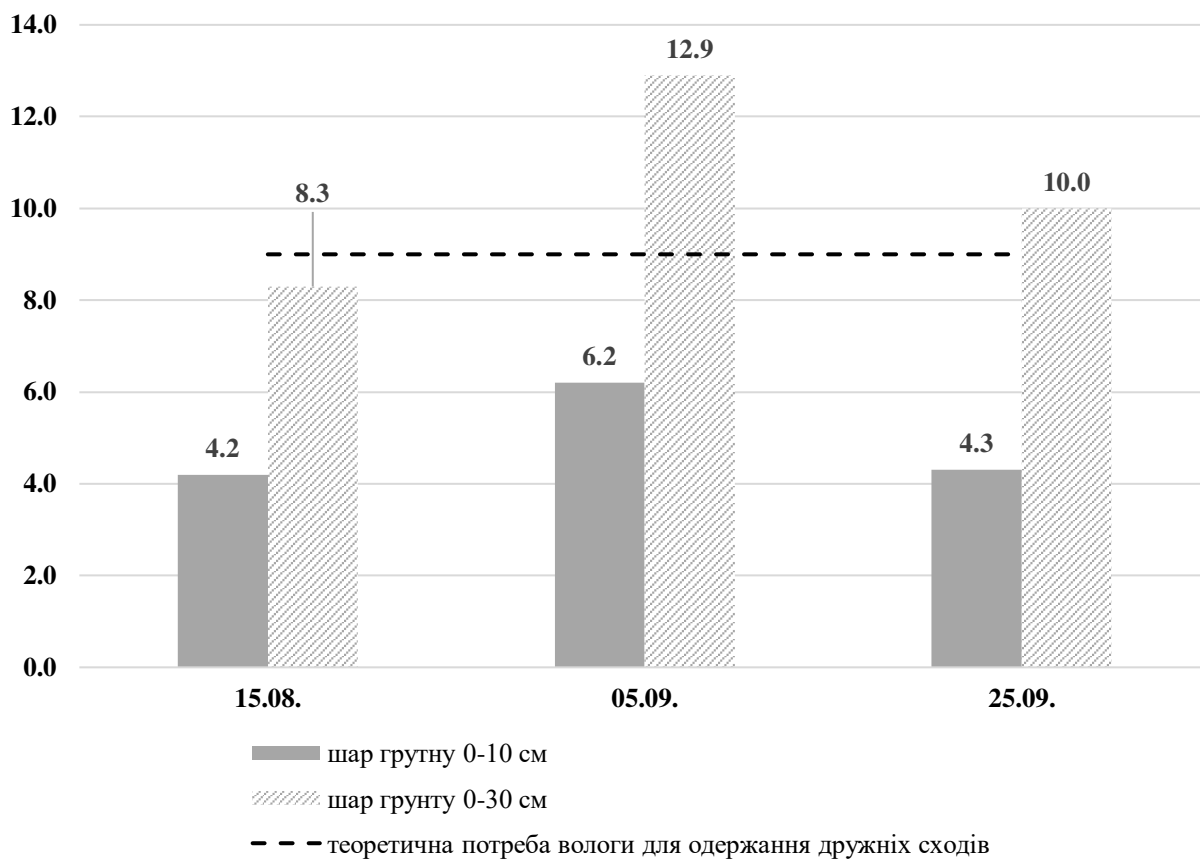


Рис. 4.2 Порівняльна вологозабезпеченість ґрунту залежно від строку сівби, мм продуктивної води (середнє за роки досліджень)

У середньому за 3 роки досліджень жоден із строків сівби не був достатньо забезпеченим водою для отримання повноцінних сходів. Подальші дослідження цілком підтвердили цей факт і польова схожість озимого ріпаку була суттєво нижче лабораторної. Це пов'язано з тим, що його оптимальні строки сівби є достатньо ранніми, а відтак і ґрунт у цей час містить найменшу кількість води. Ця обставина, окрім згаданих раніше, обумовлює можливість і навіть доцільність застосування більш пізніх строків, коли опади випаровуються менше і ріпак, хоч і пізніше, але дає доволі дружні сходи.

4.1.2 Польова схожість насіння

Польова схожість – це відношення реально одержаних сходів до кількості висіяного насіння. Рівень цього показника високою мірою залежить від вологості ґрунту і його температури. Для озимого ріпаку температура ґрунту є достатньою

і близькою до оптимуму майже весь посівний період тому цей показник в нашому випадку не мав вирішального значення. Натомість вологість ґрунту дійсно була визначальним чинником що до польової схожості насіння озимого ріпаку. Розглянемо по рокам і варіантам досліду мінливість цього показника впродовж усього посівного періоду. Для оцінки характеру впливу умов зволоження на схожість насіння ріпаку було визначено вологість ґрунту лише в шарі 0 – 20 см: (0 – 5; 5 – 10 та 10 – 20 см). Результати цих спостережень і аналізів наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Польова схожість озимого ріпаку різних строків сівби

Показники	Строки сівби		
	15.08	05.09	25.09
2022 – 2023 р.			
Висіяно насінин на 1м ²	50	50	50
Одержано сходів на 1м ²	35	41	42
Польова схожість, %	70	82	84
2023 – 2024 р.			
Висіяно насіння на 1м ²	50	50	50
Одержано сходів на 1м ²	18	25	31
Польова схожість, %	36	50	62
2024 – 2025 р.			
Висіяно насінин на 1м ²	50	50	50
Одержано сходів на 1м ²	25	35	38
Польова схожість, %	50	70	76

Результатами досліджень встановлено, що різниця і по строкам сівби, і особливо за роками досліджень є істотною: від 36 до 84%. Але чітко простежується закономірність, що максимального значення польова схожість досягає за пізніх строків сівби. Навіть у несприятливих за вологозабезпеченням роки, коли під час сівби пізнього строку спостерігалась гостра нестача вологи,

сходи з'являлись за рахунок більш пізніх опадів і у кількісному виразі їх було помітно більше. Тому прагнення виробників сіяти раніше, аби використовувати вологу поточного періоду є невиправданими, особливо з урахуванням мінливості чинника вологозабезпечення у період з високим температурним режимом, що встановлюється щороку в середині серпня. Саме цей факт обумовлює можливість формування задовільного рівня урожайності пізніх посівів. Певна перевага пізніх строків сівби полягає у тому, що за таких умов рослини розташовуються на площі з більшою рівномірністю. Так, у 2023 – 2024 с.-г. році, коли спостерігались найбільш несприятливі умови за вологозабезпеченням, нами було проаналізовано рівномірність сходів на площі 5м² (рис. 4.3).



Рис. 4.3 Польова схожість насіння залежно від строку сівби

Ця особливість розташування рослин на площі позначилась у подальшому і на їх вегетативному габітусі (розмір рослин), і на індивідуальній продуктивності.

4.1.3 Формування листової поверхні

Розмір листової поверхні визначає весь спектр фотосинтетичної діяльності рослин. Але надто розвинені рослини з осені можуть стати причиною зменшення їх морозостійкості і непродуктивних витрат ґрунтової вологи. Такий надмірний розвиток вегетативної маси спостерігається перш за все у ранніх посівів при теплій і тривалій осені. Тому, аби запобігти негативному впливу переростання науковці пропонують осінню обробку ретардантами, які часто мають фунгіцидну основу. На наш погляд така регуляція є недоцільною, оскільки обумовлює необхідність додаткових значних фінансових витрат на придбання високовартісних препаратів з одночасним зростанням витрат ґрунтової вологи на утворення значної кількості біомаси. Пізні ж строки обумовлюють повільний рівень накопичення вегетативної маси, а відтак виключається необхідність застосування ретардантів. Результатами трирічного польового дослідження цілком підтверджується така закономірність впродовж усього періоду спостережень (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Площа листової поверхні ріпаку озимого перед припиненням осінньої вегетації, (середнє за роками досліджень)

Строк сівби	Без препарату		Хелафіт у фазу 2-3 листа	
	см ² /1 рослину	м ² /га	см ² /1 рослину	м ² /га
15.08	159	4064	176	5247
05.09	164	3983	131	4551
25.09	50	1972	63	2517
НІР ₀₅	22	312	29	441

В цілому ранні посіви формують максимальну площу листя як однієї рослини, так і у перерахунку на 1 га. Причому різниця у порівнянні з пізнім посівом становить 1000 – 1200%. Така перевага не є позитивним явищем, але в нашому досліді площа листя і в цілому надземна біомаса не досягали критичного

рівня і, як результат, потреби у внесенні ретардантів не виникало. Таким чином, в середньому за роки досліджень (Додаток А) прослідковується перевага раннього і оптимального строків сівби. Але це стосується лише кількісної характеристики. Якщо ж проаналізувати якісну характеристику листя, то тут вимальовується інша картина. Ми в своєму досліді відбирали зразки листя і визначали вміст хлорофілу, який не лише дає уявлення про інтенсивність фотосинтезу, але й додає рослині стійкості до несприятливих умов зимового періоду. Результати таких досліджень наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Вміст хлорофілу в листках ріпаку озимого різних строків сівби, мг/100г сухого листя, (середнє за 2022-2024 рр.)

Строки сівби	До обробки препаратом			Через 20 діб після обробки препаратом		
	всього	у тому числі		всього	у тому числі	
		«а»	«в»		«а»	«в»
15.08	157	102	55	172	114	58
05.09	160	110	50	178	118	60
29.09	171	120	51	190	130	60
НІР ₀₅	12	-	-	14	-	-

Цікаво, що із запізненням сівби спостерігається поступове зростання вмісту хлорофілу, причому на доволі істотну різницю, особливо за самого пізнього строку. При цьому можна визначити певні особливості фракційного складу хлорофілу: якщо фракція В має стабільний рівень, то фракція А помітно зростає.

Застосування препарату Хелафіт також виявлялось доволі ефективним заходом для підвищення вмісту хлорофілу в листках: без препарату вміст хлорофілу становив у максимумі 171 мг/100 г листя, а через 20 діб після внесення рістстимулюючої речовини цей показник вже досягав значення 190 мг/100 г листя. На наведеному рисунку 4.3 ця закономірність добре простежується.

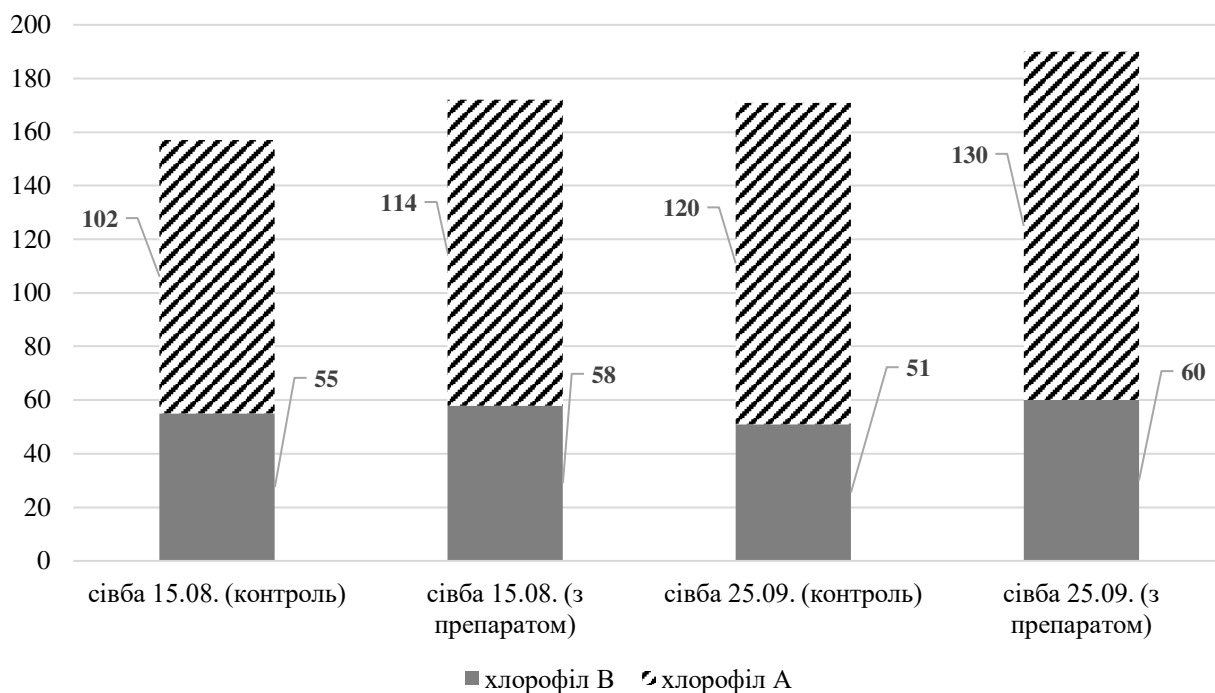


Рис. 4.4. Співвідношення фракцій хлорофілу А і В залежно від строків сівби та застосування стимулятора росту через 20 діб після внесення.

Таким чином, строк сівби є комплексним чинником, який обумовлює не лише екологічні умови росту, але й змінює фізіологічні функції рослин через кількісний і якісний склад фотосинтезуючої речовини – хлорофілу. Такий підхід до аналізу різних строків сівби дає змогу зрозуміти унікальність озимого ріпаку з точки зору мультиполярності строків сівби.

4.1.4 Розвиток кореневої системи рослин.

Практики, які займаються культивуванням ріпаку озимого, вже давно помітили одну особливість у цієї культури: чим менша надземна маса рослин, тим вища питома вага коренів у загальній біомасі. Існує думка, що за різних строків сівби може розвиватися коренева система, яка не поступається раннім строкам за функціональними можливостями [198-200]. Тому програмою наукових досліджень було передбачено визначення глибини проникнення кореневої системи та її маси в період осіннього розвитку. Одержані результати цих спостережень наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

Абсолютна суха маса коренів у шарі ґрунту 0 – 30 см перед припиненням осінньої вегетації, кг/га

Строк сівби	2022 р		2023 р		2024 р	
	без препарату	через 20 діб після внесення препарату	без препарату	через 20 діб після внесення препарату	без препарату	через 20 діб після внесення препарату
15.08	475	512	475	512	384	422
05.09	534	561	534	561	496	540
25.09	178	218	178	218	202	260

Результатами досліджень встановлено, що пізній строк сівби більш ніж суттєво поступається раннім за масою кореневої системи. Проте реакція рослин за пізнього строку сівби на внесення рістстимулюючого препарату була більш істотною, порівняно з обробкою рослин за раннього строку, особливо за несприятливих умов, що склалися у 2023 році.

В таблиці 4.6 наведено результати розрахунку приросту маси кореневої системи рослин за умов внесення препарату Хелафіт.

Таблиця 4.6

Приріст кореневої маси ріпаку озимого залежно від обробки рослин Хелафітом

Строк сівби	2022 р.		2023 р.		2024 р.	
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%
15.08	37	7,9	34	12,5	38	9,9
05.09	27	5,1	38	14,3	44	8,1
25.09	40	22,5	43	43,9	58	22,3

Результатами польових досліджень встановлено, що пізні строки у відносному виразі у 3 – 3,5 рази перевищують ранні за приростом кореневої

маси, що призводить до зростання рівня толерантності цих рослин до несприятливих умов перезимівлі. Але все це не про абсолютні значення показників стійкості, а лише про відносне їх співвідношення.

Вивчення кореневої системи ріпаку озимого показує, що досліджувані агрозаходи впливають не лише на показник її маси, а й на особливості розташування коренів у шарі ґрунту 0 – 30 см (рис. 4.5).

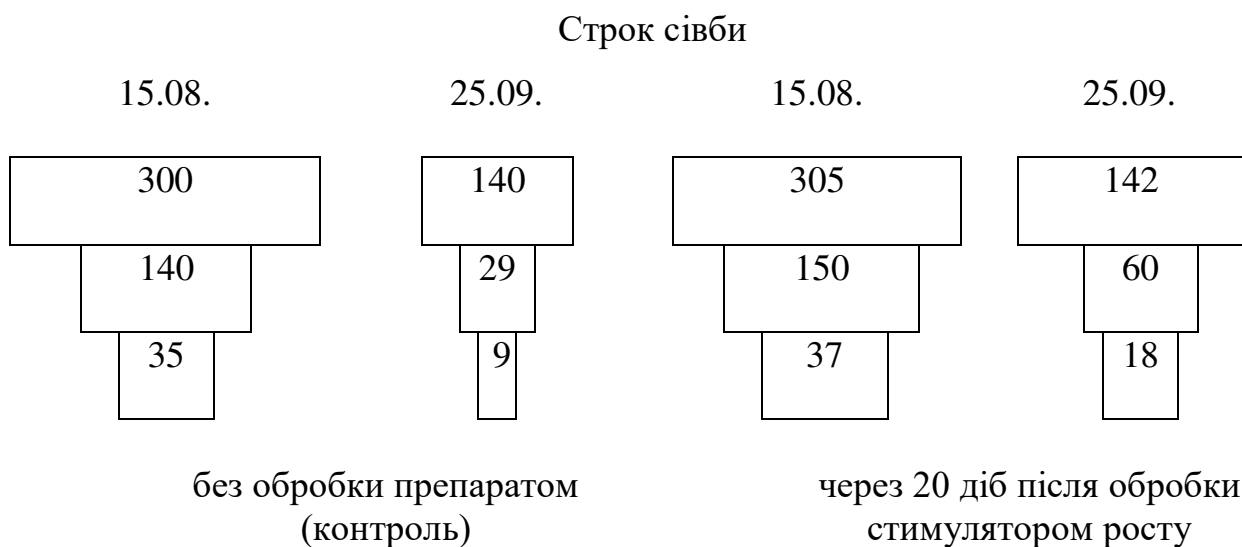


Рис. 4.5 Особливості пошарового розподілу кореневої маси залежно від строку сівби і застосування Хелафіту, кг/га, 2022р.

Результатами досліджень встановлено, що в цілому коренева система рослин ріпаку пізніх строків сівби поступається за своєю масою рослинам, що висіяні в ранні строки більш, ніж удвічі. Ця закономірність характерна як за умов застосування рістрегулюючого препарату, так і без нього. Проте, за раннього строку сівби частина маси коренів, яка розташована у шарі 20 – 30 см у варіанті без обробітку рослин препаратом Хелафіт становила 5,1%, а при його застосуванні цей показник зростав до 8,8%. Встановлена тенденція свідчить про стимулюючу дію препарату на процес додаткового розвитку кореневої системи в нижніх (більш глибоких) шарах ґрунту. Особливо суттєвою була різниця частки коренів від загальної біомаси: якщо маса коренів відрізнялась у 2 рази, то біомаса ранніх строків сівби перевищувала даний показник за пізніх строків у 10

разів. Це свідчить про те, що рослини ріпаку за пізніх строків сівби краще розвивають кореневу систему порівняно з надземною біомасою. Можна передбачити, що саме ця обставина сприяє досягненню доволі високого рівня резистентності до низьких температур.

Висновки до підрозділу 4.1

Строки сівби і проведення позакореневого обробітку рослин ріст стимулюючим препаратом Хелафіт справляє різноманітний вплив як на умови використання ґрунтової вологи, так і на початковий етап вегетації рослин ріпаку озимого в осінній період, що проявляється у наступному:

- за весь період спостережень (2022 – 2024 рр.) відзначено достатню вологозабезпеченість лише одного разу – за сівби у другий строк в 2024 р., коли у шарі ґрунту 0 – 10 см було накопичено 10,53 мм продуктивної вологи, а у середньому за 3 роки за усіх строків сівби вологи було недостатньо;

- рівень вологозабезпечення визначив і високу строкатість польової схожості – від 36 до 84 %, яка досягала максимуму за пізнього строку сівби. Саме за пізнього строку сівби спостерігалось найбільш рівномірне розташування рослин на площі;

- за величиною площі листя відзначена перевага раннього строку сівби, другий строк поступався за цим показником на 13,3%, а пізній – на 52 %;

- що до фотосинтетичної активності рослин, то перевагу за цим показником мали листя пізніх строків сівби, які нагромаджували на 10,5 % більше хлорофілу. За таких умов перевищення вмісту хлорофілу відбувалося в основному за рахунок фракції «А». По цій фракції перевага пізнього строку становила 14,0 %;

- обробка посівів озимого ріпаку препаратом Хелафіт сприяє активізації росту кореневої системи. У 2022 р. зростання маси коренів від цього агрозаходу становило в межах 5,1 – 22,4 %, а у 2023 р. – 12,5 – 43,8 %. Важливо відзначити, що ефективність обробок рослин препаратом Хелафіт на стимуляцію

розвитку коренів помітно зростає за умов переходу від ранніх строків сівби до пізніх.

4.2 Вплив досліджуваних чинників на формування вегетативної маси рослин на етапі весняно – літнього розвитку

Вище було відзначено, що осінній період є вкрай важливим етапом формування продуктивності агроценозу. Але, все ж таки, відповідальним є період, коли рослина не створює передумови, а остаточно їх реалізує. Тому весняно – літній період вегетації рослин з точки зору кінцевих результатів є безумовно визначальним. Саме в цей період формується вегетативний габітус, який у подальшому впливає на розвиток генеративних органів. Саме в цей період застосування рістрегулюючих препаратів може суттєво скорегувати рівень і напрямок змін у біологічному процесі рослин. І все ж таки мабуть було б помилкою називати будь – який етап вирішальним, бо лише сукупність усіх передумов може визначити той чи інший рівень продуктивності. Тому розглянемо і цей період з точки зору порівняння результатів залежно від вивчених заходів.

4.2.1 Динаміка густоти рослин

Насіння ріпаку озимого може знаходитися в сухому ґрунті впродовж тривалого часу, не втрачаючи здатності до проростання. Тому кількість своєчасно одержаних сходів не є показником, який визначає кінцеву густоту посівів. Частина висіяних насінин за відсутністю умов проростання безумовно втрачає цю здатність і таке явище є незворотнім. Але, все ж таки, частина насінин, яка не була спровокована невеликою кількістю вологи, зберегла послідовність активації ростових ферментів і за настання сприятливих умов здатна давати сходи. В умовах проведеного польового дослідження строкатість появи сходів мала місце за усіх років спостережень (табл. 4.7).

**Особливості появи сходів ріпаку озимого за різних строків сівби в роки
проведення досліджень**

Показник	2022 р.			2023 р.			2024 р.		
	строк сівби								
	15.08	05.09	25.09	15.08	05.09	25.09	15.08	05.09	25.09
Своєчасних сходів, шт/м ²	35	41	42	18	25	31	25	35	38
Одержано сходів через 30 діб після сівби	6	0	4	7	4	7	2	4	5
Одержано сходів через 40 діб після сівби	0	0	0	8	3	0	6	0	0
Одержано сходів через 50 діб після сівби	0	2	0	1	1	0	2	0	0
Всього сходів, шт/м ²	41	43	46	33	34	38	35	39	43
Відношення своєчасних сходів до загальної кількості, %	85,4	95,3	91,3	54,5	73,5	81,5	71,4	89,7	88,4

Основними компонентами травостою ріпаку, безумовно, були рослини із своєчасно отриманих сходів (від 71,4 до 95,3% загальної кількості). За раннього строку сівби у 2023 р. сходів своєчасних і тих, що запізнились, було однаково. Але це єдиний випадок, коли умови сприяли одержанню великої кількості сходів через 30 – 40 діб після сівби. В цілому результат був доволі прогнозованим і саме за раннього строку сівби створюються умови і для стримування сходів, і для можливості їх одержання за настання сприятливих умов у майбутньому (рис. 4.6).

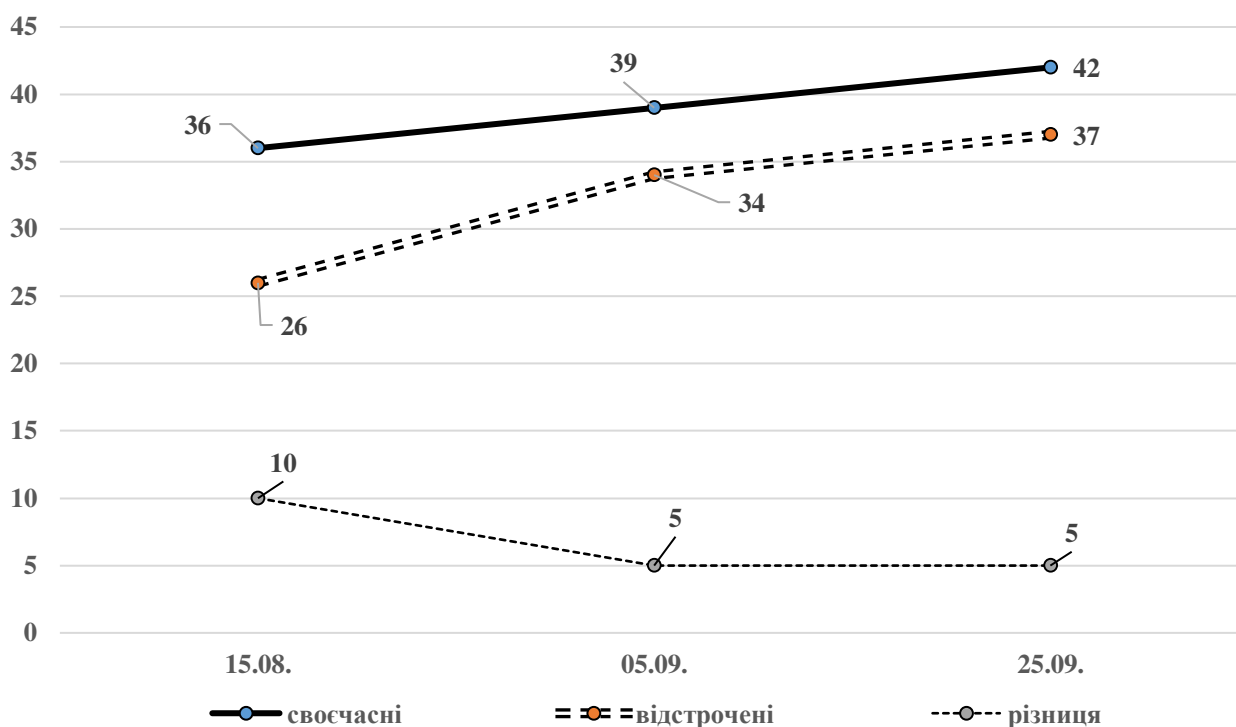


Рис. 4.6 Співвідношення рослин, одержаних від своєчасних та відтермінованих сходів, шт/м² (середні за 2022 – 2024 рр.)

Результатами досліджень підтверджується висновок про вирішальну роль своєчасних сходів у формуванні остаточної густоти рослин.

Впродовж зимового періоду частина рослин може втратити життєздатність внаслідок різних причин: ураження хворобами, пошкодження шкідниками, несприятливих факторів зовнішнього середовища (вимерзання або вимокання і т.ін). Спостереженнями встановлено, що рослини різних строків сівби мали неоднаковий рівень стійкості до таких факторів (табл. 4.8)

Зимостійкість рослин озимого ріпаку залежно від вивчених факторів

Строк сівби	Застосування препарату	2022 – 2023 р.			2023 – 2024 р.			2024 – 2025 р.		
		всього рослин, на 1 м ²		зимостійкість, %	всього рослин на 1 м ²		зимостійкість, %	всього рослин на 1 м ²		зимостійкість, %
		восени	навесні		восени	навесні		восени	навесні	
15.08	без препарату	41	32	78,0	33	21	63,6	35	23	65,7
	Хелафіт	43	36	83,7	34	27	79,4	37	26	70,3
05.09	без препарату	43	37	86,0	34	25	73,5	39	24	61,5
	Хелафіт	44	39	88,6	34	28	82,3	39	28	71,8
25.09	без препарату	46	34	73,9	38	22	57,9	43	27	62,8
	Хелафіт	48	38	82,6	38	26	68,4	44	30	68,1

Перевага сівби 05.09 простежується чітко і повторюється в усі роки проведення спостережень. Встановлений факт обумовлений тим, що рослини раннього строку були перерослими, а пізнього – недостатньо розвиненими. Дослідженнями встановлено, що проведення позакореневих обробок ріпаку озимого Хелафітом не лише сприяло активації ростових процесів, а й підвищувало рівень резистентності рослин по відношенню до несприятливих умов зимівлі (рис. 4.7).

Якщо обчислити середню зимостійкість рослин за всі строки сівби, то можна встановити, що під впливом обробіток рослин Хелафітом цей показник зріс з 69 до 77 %. Ріпаку притаманний високий рівень компенсаторики зрідженості посіву зростанням індивідуальної продуктивності.

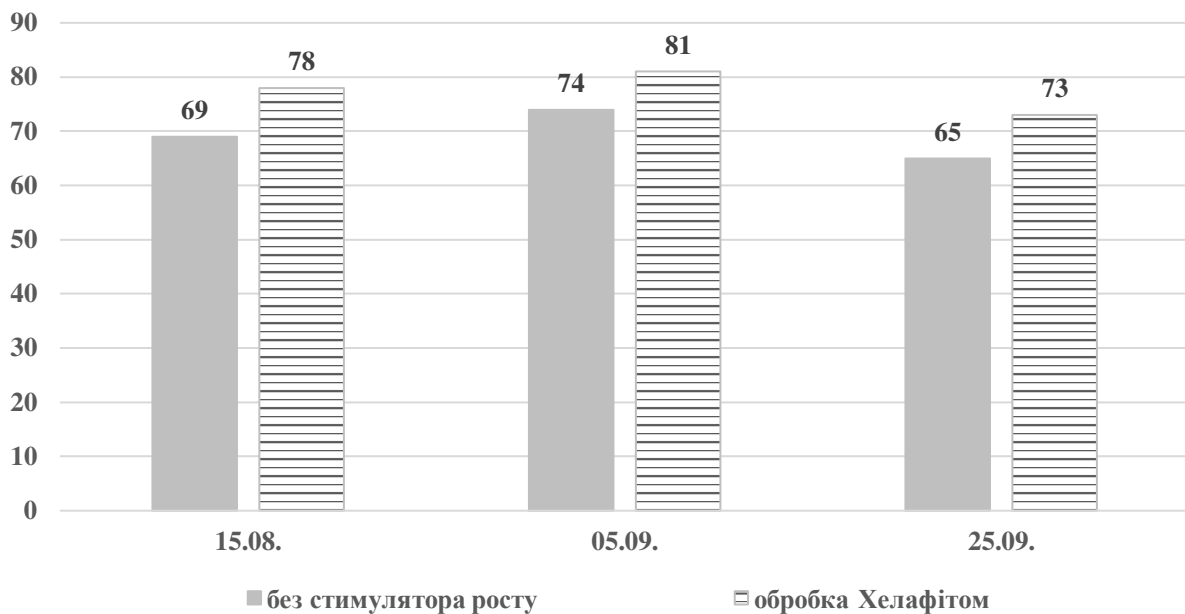


Рис. 4.7. Зимостійкість рослин ріпаку озимого залежно від застосування стимулятора росту у фазу формування 2 – 3 листа, %
(середня за 2023 – 2025 рр.)

Теоретично, навіть 10 рослин на 1м² здатні сформувати генеративний апарат, який дорівнює оптимальній передзбиральній густоті агроценозу. Але, надмірно розвинуті рослини мають надзвичайно високу неоднорідність генеративних органів за часом їх появи, ступенем дозрівання та кількістю недорозвинених стручків. Відповідно, формування оптимального рівня густоти агроценозу є першочерговим завданням.

Кількість рослин, які залишились після зимівлі, також не є сталим показником густоти стеблостою, оскільки за весняно – літній період певна частина їх гине і передзбиральну густоту визначає кількість рослин, що пройшли повний цикл розвитку (утворили стручки і насіння). Програмою наукових досліджень було передбачено визначення рівня виживання рослин, який обчислюється відношенням кількості рослин в кінці вегетації до початкової густоти (табл. 4.9), (Додаток Б – Г).

В цілому втрати густоти рослин за весняно – літню вегетацію можна вважати незначними: від 0 до 12%. Тут чітко простежується позитивна дія Хелафіту, без якого виживання становило 88 – 92%, а при обробці ним у фазу бутонізації цей показник зростає до 93 – 97%.

Динаміка густоти рослин (шт/м²) та їх виживання за період весняно – літньої вегетації (%), (середні за 2023 – 2025 рр.)

Фаза внесення препарату	Строки сівби		
	15.08	05.09	25.09
бутонізація			
без препарату	25	29	25
Хелафіт, 2-3 листи	30	31	31
Хелафіт, бутонізація	29	30	30
Хелафіт, 2-3 листи + бутонізація	31	30	32
цвітіння			
без препарату	23	28	25
Хелафіт, 2-3 листи	27	30	29
Хелафіт, бутонізація	27	30	29
Хелафіт, 2-3 листи + бутонізація	30	31	31
повна стиглість			
без препарату	22	25	23
Хелафіт, 2-3 листи	27	29	27
Хелафіт, бутонізація	27	29	29
Хелафіт, 2-3 листи + бутонізація	29	30	30
виживання рослин, %			
без препарату	88,0	86,2	92,0
Хелафіт, 2-3 листи	90,0	93,5	87,1
Хелафіт, бутонізація	93,1	96,7	96,7
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	93,5	100	93,8

Цей ефект цілком очікуваний, якщо згадати усі позитивні фізіологічні зміни в рослинах ріпаку, які відбуваються внаслідок взаємодії препарату з ними.

4.2.2 Наростання площі листової поверхні

Густота травостою певною мірою обумовлює площу листової асимілюючої поверхні. В межах одного строку сівби цей зв'язок має характер прямої залежності, але за різних строків сівби може спостерігатись зовсім інша залежність. Тому ми у своїх дослідах поставили завдання прослідкувати не лише за площею листя, а й за деякими показниками їх продуктивності. Аналізуючи динамічний процес формування листової поверхні озимого ріпаку, було відзначено, що максимального значення вона досягає у фазі цвітіння (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Особливості формування площі листової поверхні ріпаку озимого, (середнє за 2023 – 2025 рр.)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Бутонізація		Цвітіння		Плодоутворення	
		см ² /1 росл.	тис м ² /га	см ² /1 росл.	тис м ² /га	см ² /1 росл.	тис м ² /га
15.08	без препарату	479	12,0	987	25,3	777	19,1
	Хелафіт, 2-3 листа	429	12,8	888	26,4	733	20,9
	Хелафіт, бутонізація	454	13,2	931	26,6	743	21,4
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	451	13,6	930	27,0	739	21,8
05.09	без препарату	438	11,2	847	22,7	751	18,8
	Хелафіт, 2-3 листа	395	11,9	781	23,6	661	19,4
	Хелафіт, бутонізація	400	12,8	796	24,0	673	19,8
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	423	13,2	812	24,8	670	20,5
25.09	без препарату	329	7,9	653	16,6	647	14,9
	Хелафіт, 2-3 листа	289	8,5	611	17,5	594	15,8
	Хелафіт, бутонізація	298	8,8	604	18,3	591	16,3
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	293	9,2	609	18,8	576	16,9

Аналізуючи матеріал лише за впливом строків сівби, можна зробити висновок: за розміром листової поверхні перевагу мають рослини перших двох строків, а пізній посів завжди суттєво поступається раннім. Наприклад, у фазу цвітіння максимальна площа листя (27,0 тис. м²/га) сформувалась за раннього строку сівби, а найменша (16,6 тис. м²/га) – за пізнього. Така закономірність притаманна як усій площі листя на 1 га, так і одній рослини.

Аналізуючи вплив Хелафіту, однозначного висновку зробити не можна, бо з точки зору загальної листової поверхні препарат дає позитивний ефект і осіннє внесення препарату при оптимальному строку сівби підвищує площу листя на 4,5%; внесення у фазі бутонізації – на 5,5%, а дворазове внесення – на 9,0%, причому на фоні пізнього строку сівби ефективність Хелафіту з точки зору зростання площі листя підвищується, досягаючи 12% (Додаток Д-Ж).

Але якщо проаналізувати вплив рістрегулюючого препарату на індивідуальний розмір листової поверхні, то тут спостерігається зворотня картина: площа листя 1 рослини зменшується в усіх випадках. Причиною цього явища є зростання густоти травостою озимого ріпаку у разі застосування препарату. Саме ця обставина призводить до помітного зменшення індивідуальної площі листя у варіантах із застосуванням Хелафіту. Наприклад, рослини сформували на 1 м² 25000 см² за густоти 25 рослин, а у другому випадку було 30 із загальною площею листя 28000 см². Тоді у першому випадку площа листя однієї рослини дорівнює $25000 / 25 = 1000 \text{ см}^2 / 1 \text{ рослину}$, а у другому – $28000 / 30 = 933 \text{ см}^2$.

Співвідношення індивідуальної і загальної площі, листя та кількості рослин на одиниці площі добре простежується на графічному зображенні (рис 4.8). Як бачимо кількість рослин і загальна площа листя має тісний позитивний зв'язок, але площа листя загальна та індивідуальна мають тенденцію до зворотнього: чим більше перший показник, тим (певною мірою) менше другий.

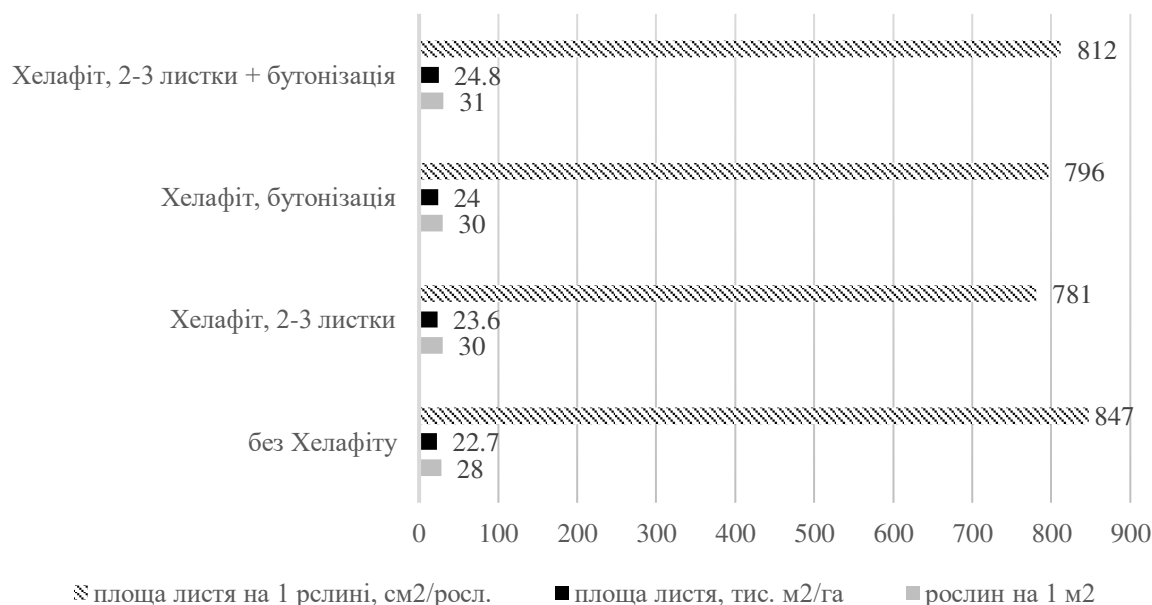


Рис. 4.8. Співвідношення загальної та індивідуальної площі листя залежно від застосування стимулятора росту

4.2.3 Наростання надземної біомаси

Урожай надземної біомаси – це результат комплексної роботи листової поверхні (фотосинтез) і кореневої системи (водозабезпечення і мінеральне живлення). Тому у більшості випадків розмір площі листя є показником, який визначає рівень нагромадження усієї біомаси, а сама біомаса визначає рівень розвитку генеративної частини урожаю. Але це все відбувається за ідеальних умов, сприятливих для функціонування рослинного організму. За несприятливих умов можливі будь-які комбінації, що може докорінно змінити кінцевий результат. Для того, щоб мати дані з урожаю надземної біомаси було визначено двічі за вегетацію цей показник за усіма варіантами досліду (табл. 4.11 – 4.13).

2023 рік за умовами був відносно сприятливим, типовим для півдня зони Степу і тому урожай біомаси був максимальним. Але за строками сівби цього року спостерігався певний баланс, хоча все ж таки перевага раннього строку була помітною. Ще більш вирівняним за строками сівби цей показник був у 2024 р. (табл. 4.12)

Таблиця 4.11

Формування урожаю надземної біомаси ріпаку озимого в 2023р., т/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Початок цвітіння		Плодоутворення	
		сира	абсолютно суха	сира	абсолютно суха
15.08	без препарату	11,8	2,95	15,3	5,96
	Хелафіт, 2-3 листа	12,8	3,20	15,6	6,04
	Хелафіт, бутонізація	13,0	3,25	16,4	6,40
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	13,7	3,43	17,0	6,63
05.09	без препарату	10,0	2,60	13,8	5,52
	Хелафіт, 2-3 листа	10,6	2,76	14,4	5,76
	Хелафіт, бутонізація	10,9	2,83	14,7	5,88
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	11,4	2,96	17,9	5,96
25.09	без препарату	7,1	1,92	10,6	4,34
	Хелафіт, 2-3 листа	7,7	2,08	10,9	4,47
	Хелафіт, бутонізація	8,2	2,26	11,4	4,67
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	9,0	2,59	12,0	4,92
НІР ₀₅ , т/га		0,37	-	0,41	-

Таблиця 4.12

Формування урожаю надземної біомаси ріпаку озимого в 2024 р, т/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Початок цвітіння		Плодоутворення	
		сира	абсолютно суха	сира	абсолютно суха
1	2	3	4	5	6
15.08	без препарату	5,5	1,38	8,4	3,19
	Хелафіт, 2-3 листа	5,8	1,45	9,0	3,50
	Хелафіт, бутонізація	6,2	1,55	9,6	3,65
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	6,7	1,68	10,0	3,80

1	2	3	4	5	6
05.09	без препарату	4,8	1,25	8,2	3,28
	Хелафіт, 2-3 листа	5,2	1,35	8,6	3,44
	Хелафіт, бутонізація	5,5	1,43	8,9	3,56
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	5,7	1,48	9,5	3,80
25.09	без препарату	4,8	1,3,	7,7	3,15
	Хелафіт, 2-3 листа	4,9	1,32	8,1	3,32
	Хелафіт, бутонізація	5,4	1,46	8,6	3,53
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	5,9	1,59	9,2	3,68
НІР ₀₅ , т/га		0,44	-	0,71	-

Саме в 2024 році спостерігалась мінімальна за роки досліджень густина рослин, і тому ранні строки не мали переваги перед пізнім. Але ефективність обробіток рослин Хелафітом з точки зору формування надземної біомаси була на високому рівні за усіх строків сівби: від 15,0 до 19,1%. Найбільш неочікуваними були результати 2025 року, коли умови зовнішнього середовища коливались за періодами від сприятливих до вкрай несприятливих (табл. 4.13)

Таблиця 4.13

Формування урожаю надземної біомаси ріпаку озимого в 2025 р, т/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Початок цвітіння		Плодоутворення	
		сира	абсолютно суха	сира	абсолютно суха
1	2	3	4	5	6
15.08	без препарату	12,6	3,02	14,7	5,59
	Хелафіт, 2-3 листа	12,8	3,03	15,2	5,92
	Хелафіт, бутонізація	13,2	3,16	15,7	5,97
	Хелафіт, 2-3 листа +бутонізація	13,5	3,24	15,9	6,04

1	2	3	4	5	6
05.09	без препарату	9,2	2,30	13,7	5,34
	Хелафіт, 2-3 листа	9,5	2,37	13,9	5,42
	Хелафіт, бутонізація	9,7	2,43	13,9	5,42
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	10,0	2,50	14,4	5,62
25.09	без препарату	5,8	1,51	8,8	3,52
	Хелафіт, 2-3 листа	5,9	1,53	9,1	3,64
	Хелафіт, бутонізація	6,4	1,66	9,8	3,84
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	6,7	1,74	9,9	3,96
НІР ₀₅ , т/га		0,22	-	0,33	-

Аналізуючи результати польового дослідження у 2025 році, необхідно зазначити, що перші два строки сівби дали травостій з непоганою густиною і навесні посіви мали добрий стан. Але тривала відсутність опадів (с середини квітня до середини травня) пригальмували ріст рослин і в цілому сирій біомаси сформувалось на рівні 2023 р. Для пізнього строку умови були несприятливі і тому ці посіви суттєво поступались раннім строкам сівби.

Стосовно реакції рослини на внесення рістрегулюючого препарату і в цьому році відзначено високий рівень позитивного впливу. Особливо це стосується пізнього строку сівби. Так, якщо на ранньому строку прибавка урожаю сухої біомаси становила 8,1% то на оптимальному цей показник зменшився до 5,2, а на пізньому він зріс до 12,5%. Тут чітко знайшло підтвердження вірності нашого гіпотетичного уявлення про зростання ефективності рістрегулюючих препаратів у разі погіршення умов життя рослин. Це твердження дозволяє в окремих випадках корегувати ріст рослин та їх продуктивність (Додаток 3).

Це корегування може мати суттєвий позитив, але повністю вирівняти посів за ступенем розвитку з посівами оптимального строку зрозуміло неможливо. Тому йдеться про одержання задовільного результату.

Вивчені агрозаходи вплинули не лише на розмір надземної біомаси, але й певною мірою змінили співвідношення основних органів рослин (рис. 4.9; 4.10)

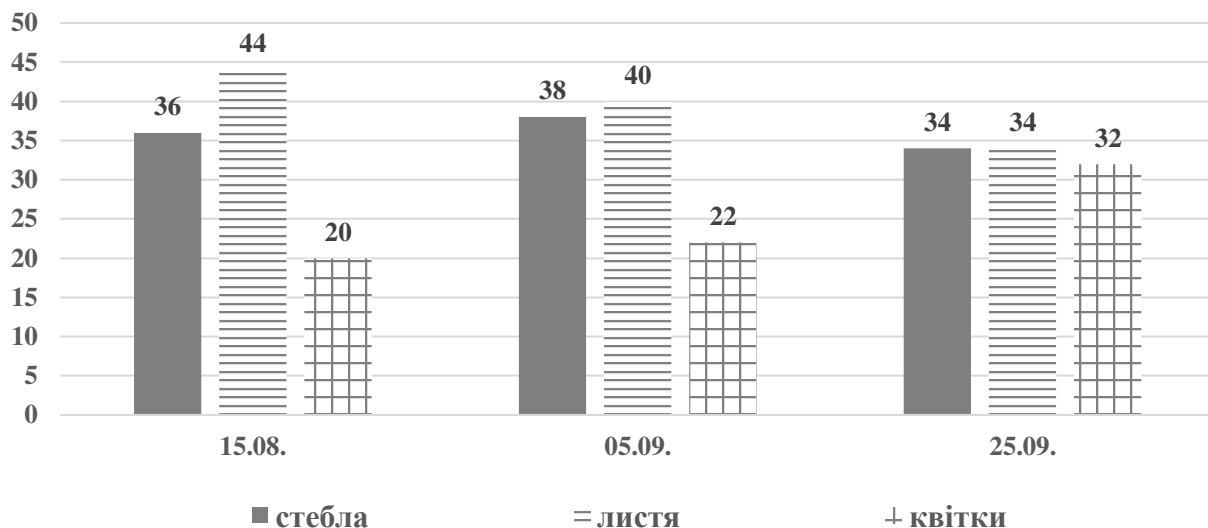


Рис. 4.9 Співвідношення стебел, листя та квіток у рослин ріпаку озимого за різних строків сівби, %

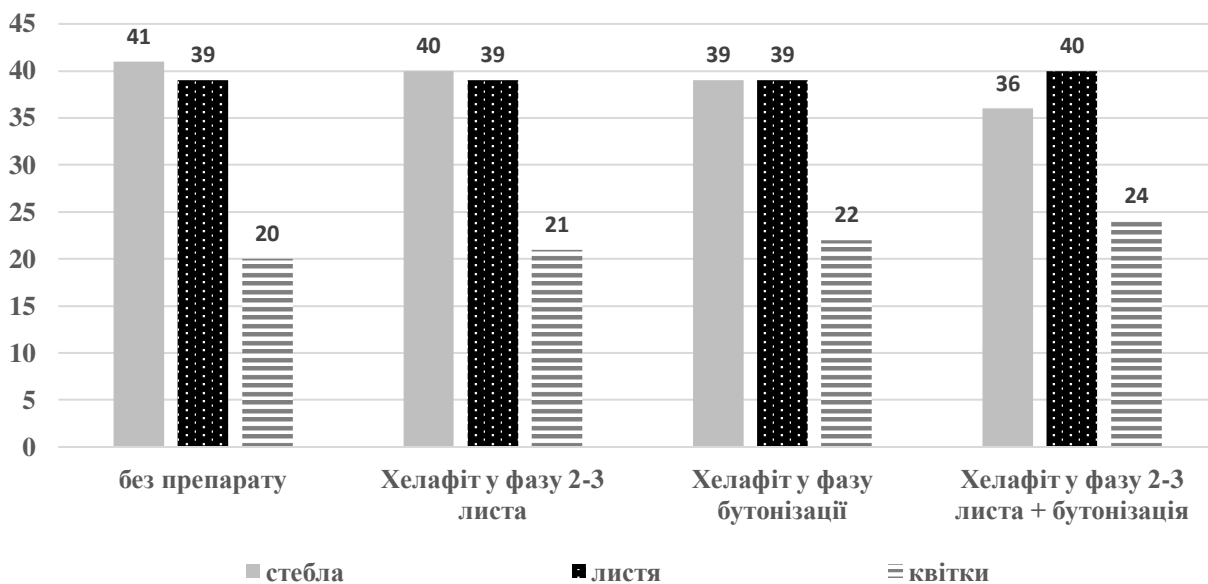


Рис. 4.10 Співвідношення стебел, листя та квіток у рослин ріпаку озимого залежно від застосування стимулятора росту Хелафіт за оптимального строку сівби

Якщо за раннього строку сівби маса стебла у 2 рази перевищувала масу квітконосів, то за пізнього строку усі органи мали майже однакову масу, тобто відбулась перебудова у форматі рослин у сторону збільшення генеративної частини. Аналогічний процес перебудови відбувався і під впливом ріст стимулюючого препарату, який призвів до зростання частки листя і квітів. При дворазовому застосуванні Хелафіту частка листя не тільки зрівнюється із стеблами, а й перевищує їх. Щодо частки квітконосів, то вони також збільшують свою питому вагу з 20 до 24%.

4.2.4 Показники фотосинтетичної діяльності рослин

Сама по собі площа листя як один з найважливіших складових фотосинтезу не є основним показником продуктивності, хоча наявність прямого істотного зв'язку між ними наведена у багатьох наукових роботах. Тому сучасні дослідники знайшли інші показники, які більш змістовно характеризують їх зв'язок з продуктивністю. Серед таких показників вже багато років вважають фотосинтетичний потенціал (ФП), який інтегрує в собі площу листової поверхні і термін її активної діяльності. Найчастіше ФП розраховують не за всю вегетацію, а за якийсь міжфазний період. Аналізуючи результати польового дослідження, було встановлено в якості такого періоду тривалість між фазами бутонізації та цвітіння рослин. Це невеликий проміжок часу (в межах 20 – 25 діб), який характеризується найвищим рівнем фотосинтетичної активності ріпаку озимого. Розрахунки доводять, що розмір ФП в цей час суттєво коливається залежно від строків сівби і застосування препарату (табл. 4.14).

За рахунок зростання тривалості розрахункового періоду на 1 – 3 дні при застосуванні Хелафіту фотосинтетичний потенціал ще суттєвіше піднімає рівень.

Так, якщо розмір середньої площі листя по строкам сівби за рахунок Хелафіту зростав на 9,1 – 13,8%, то за рівнем ФП перевага досягала 12,9 – 18,0%. Саме тому Романюк В.М. підкреслював [201], що фотосинтетичний потенціал більш тісно корелює з урожайністю, ніж площа листя.

**Фотосинтетичний потенціал ріпаку озимого у міжфазний період
бутонізація – цвітіння, (середні за 2023 – 2025 рр.)**

Строк сіви	Фаза внесення препарату	Площа листя, тис. м ² /га			Тривалість періоду, діб	ФП, тис.м ² /га х діб
		бутонізація	цвітіння	середня		
15.08	без препарату	12,0	25,3	18,6	25	465
	Хелафіт, 2-3 листа	12,87	26,4	19,6	25	490
	Хелафіт, бутонізація	13,2	26,6	19,9	26	517
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	13,6	27,0	20,3	26	525
05.09	без препарату	11,2	22,7	17,0	26	442
	Хелафіт, 2-3 листа	11,9	23,6	17,8	26	463
	Хелафіт, бутонізація	12,8	24,0	18,4	27	497
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	13,2	24,8	19,0	27	513
25.09	без препарату	7,9	16,6	12,3	27	332
	Хелафіт, 2-3 листа	8,5	17,5	13,0	27	351
	Хелафіт, бутонізація	8,8	18,3	13,6	28	381
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	9,2	18,8	14,0	28	392

Але розміром ФП характеристика фотосинтетичної діяльності рослин не обмежується, тому що одиниця площі листя (наприклад 1м²) може суттєво відрізнятись за кінцевим показником нагромадження органічної біомаси. Цей показник називається чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) і в польовому досліді він теж змінювався під впливом вивчених заходів (табл. 4.15).

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) залежно від строків сівби і застосування рістстимулюючого препарату, (середні за 2023 – 2025 рр)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	ФП, тис. м ² /га x діб	Суша надземна біомаса, кг/га			ЧПФ, г/м ² за добу
			бутонізація	цвітіння	приріст	
15.08	без препарату	465	8340	11900	3560	7,65
	Хелафіт, 2-3 листа	490	8530	12400	3870	7,90
	Хелафіт, бутонізація	517	8700	12960	4260	8,24
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	525	8850	13500	4650	8,86
05.09	без препарату	442	6930	10140	3210	7,26
	Хелафіт, 2-3 листа	463	7080	10300	3220	7,00
	Хелафіт, бутонізація	497	7190	10470	3280	6,60
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	513	7340	10620	3280	6,40
25.09	без препарату	332	5200	7900	2700	8,13
	Хелафіт, 2-3 листа	351	5370	8220	2850	8,12
	Хелафіт, бутонізація	381	5470	8330	2860	7,51
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	392	5620	8500	2880	7,34

Перш за все необхідно відзначити виключно високий рівень ЧПФ – від 6,40 до 8,86 г/м² за добу. Зазвичай у інших культур цей показник становить 3-5 г/м² за добу. Продуктивність фотосинтезу на відміну від фотосинтетичного потенціалу варіює залежно від застосування Хелафіту неоднаково за різними строками сівби. За ранньої сівби цей препарат дозволяє помітно збільшити ЧПФ, а за пізніх строків – навпаки. Це пояснюється виключно рівнем впливу на ФП: чим суттєвіше цей вплив, тим меншою буде результативна величина – чиста продуктивність фотосинтезу. Щоправда, тут вирішальну роль відіграє приріст біомаси за розрахунковий період (рис 4.11).

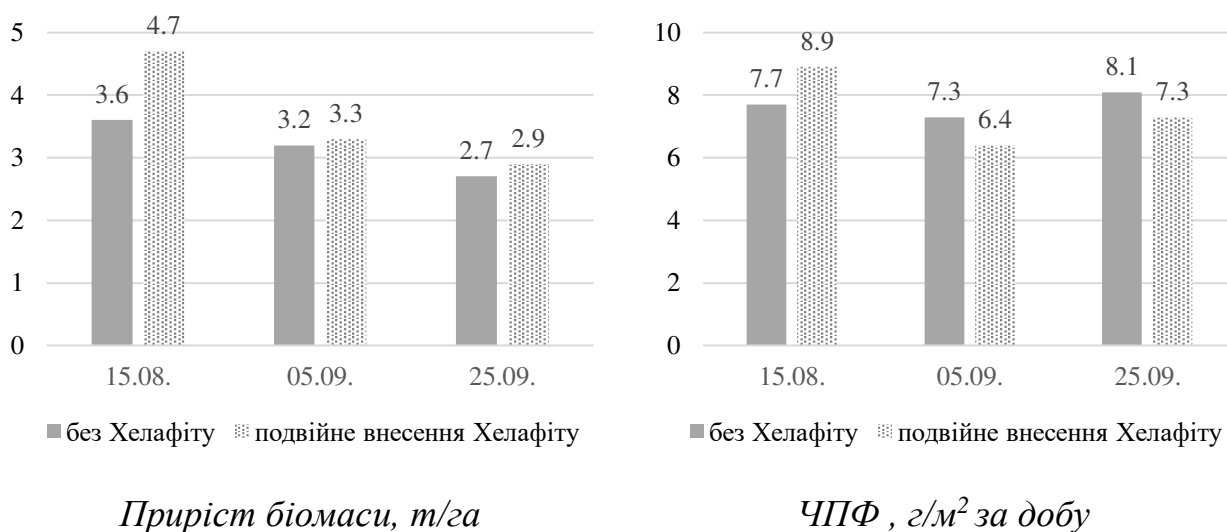


Рис. 4.11 Залежність приросту біомаси (т/га) та ЧПФ (г/м²/за добу) за різних строків сівби і застосування Хелафіту.

Чиста продуктивність фотосинтезу коливається в межах 6,4 – 8,9 г/м² за добу, причому найнижчий рівень цього показника зафіксовано в оптимальний строк сівби, а найвищий – при ранньому. Така закономірність обумовлена тим, що у розрахунковий період на посіві оптимального строку приріст біомаси був найменшим.

Неоднозначною є особливість реакції на використання рістстимулюючого препарату: за раннього строку сівби ЧПФ зростає під дією Хелафіту, а за оптимального і пізнього спостерігається зворотна залежність.

Таким чином, фотосинтетична діяльність рослин піддається суттєвому впливу різноманітних кількісно-морфологічних показників, і тому лише інтеграція усіх чинників може дати уявлення про кінцевий результат.

4.2.5 Особливості формування кореневої системи

На етапі осіннього розвитку рослин вже було розглянуто деякі особливості формування кореневої маси рослин ріпаку озимого залежно від строку сівби та застосування рістстимулюючого препарату. Осінні обробки передбачали внесення препарату у фазу 2 – 3 листків, що по різних рокам співпадало з такими датами:

для сівби 15.08 – 15.09 – 30.09;

для сівби 05.09 – 16.09 – 28.09;

для сівби 25.09 – 15.10 – 04.11;

Така розбіжність обумовлена недостатнім вологозабезпеченням для своєчасного одержання сходів. Тому період дії препарату був різним: від 40 – 45 до 10 – 30 діб.

Внесення препарату навесні у фазі бутонізації мало менші розбіжності за датами, ніж восени:

для сівби 15.08 – 05 – 12.04.

для сівби 05.09 – 07 – 14.04;

для сівби 25.09 – 12 – 17.04

Весною в 2023 та 2024 році було проведено облік формування кореневої маси двічі: у фазу цвітіння (20 – 26 квітня) та плодоутворення (18 – 24 травня). Причому корені відмивали лише в активному орному горизонті по шарам: 0 – 10; 10 – 20 і 20 – 30 см. Також, для визначення особливостей пошарового розташування кореневої системи один раз у фазі плодоутворення корені відмивали на глибину 50 см по шарам: 0 – 10 ; 10 – 20; 20 – 30; 30 – 50 см.

Такий підхід дозволив не тільки визначити загальну кореневу масу, а й мати уявлення про особливості пошарового розташування кореневої системи (таблиця 4.16).

Маса кореневої системи ріпаку озимого залежно від строків сівби і використання рістрегулюючого препарату, кг/га (шар ґрунту 0 – 30 см)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	2023 р.		2024 р.	
		цвітіння	плодоутворення	цвітіння	плодоутворення
15.08	без препарату	1856	2852	1510	1814
	Хелафіт, 2-3 листа	1940	2731	1580	1940
	Хелафіт, бутонізація	1996	2800	1665	1990
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	2105	2890	1701	2040
05.09	без препарату	2023	2670	1505	1803
	Хелафіт, 2-3 листа	2100	2765	1590	1951
	Хелафіт, бутонізація	2149	2901	1690	1990
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	2250	2960	1735	2135
25.09	без препарату	800	1706	668	1130
	Хелафіт, 2-3 листа	960	1770	690	1170
	Хелафіт, бутонізація	1108	1916	754	1251
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	1170	2051	890	1308
НІР ₀₅ , кг		140	109	102	181

Аналізувати цей експериментальний матеріал з одного боку доволі легко, бо чітко простежується позитивна дія препарату і оптимального строку сівби, а з другого боку тут має місце достатня кількість протиріч і порушень загальних закономірностей.

Результатами досліджень встановлено, що у 2023 р. сформувалась більш потужна коренева система з максимумом за сівби 5 вересня.

Найменша маса кореневої системи була сформована за сівби 25 вересня: цей показник за раннього строку сівби був на 40,1 а за оптимального – на 44,3% вищим, ніж за сівби 25 вересня. У 2024 р. перевага раннього строку становила

55,9%, а оптимального – 63,2%. Такий рівень впливу виявився набагато сильнішим, ніж на урожай надземної біомаси. Якщо розрахувати показник продуктивності кореневої системи, то виявляється, що він буде вищим за пізнього строку сівби (табл. 14.17).

Таблиця 4.17

**Продуктивність роботи кореневої системи ріпаку озимого, кг/кг
(середнє за 2023 – 2024 рр.)**

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Надземна біомаса, т/га	Коренева маса, т/га	Продуктивність роботи коренів, кг/кг
15.08	без препарату	4,58	2,15	2,13
	Хелафіт, 2-3 листа	4,77	2,34	2,04
	Хелафіт, бутонізація	5,03	2,40	2,10
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	5,22	2,47	2,11
05.09	без препарату	4,40	2,24	1,96
	Хелафіт, 2-3 листа	4,60	2,37	1,94
	Хелафіт, бутонізація	4,72	2,45	1,92
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,88	2,55	1,91
25.09	без препарату	3,75	1,42	2,64
	Хелафіт, 2-3 листа	3,90	1,47	2,65
	Хелафіт, бутонізація	4,10	1,59	2,58
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,30	1,68	2,56

Дійсно, за пізнього строку сівби продуктивність кореневої системи становила в середньому 2,61 кг/кг, у той час як за оптимального строку цей показник був нижчим на 32,5%, а за раннього строку – на 24,3%. Цей факт

позначився в кінцевому рахунку на корекції пізнього посіву і його поліпшенні розвитку до рослин ранніх строків за продуктивністю.

Хелафіт, як бачимо, залишав кореневу продуктивність на одному рівні, з невеликою тенденцією до зменшення цього показника. Таке явище обумовлено суттєвими позитивами кількісного характеру при застосуванні препарату.

По суті, наведені середні за 2 роки дані співпадають з тими, що одержано по окремих рокам досліджень (Додаток І, К).

Сівба у різні строки викликає певні зміни не тільки у формуванні загальної маси коренів, але й обумовила деякі якісні показники, як то пошарове розташування коренів. Для порівняння наводимо діаграму пошарового розташування коренів на етапі плодоутворення за даними 2023 року (рисунок 4.12).

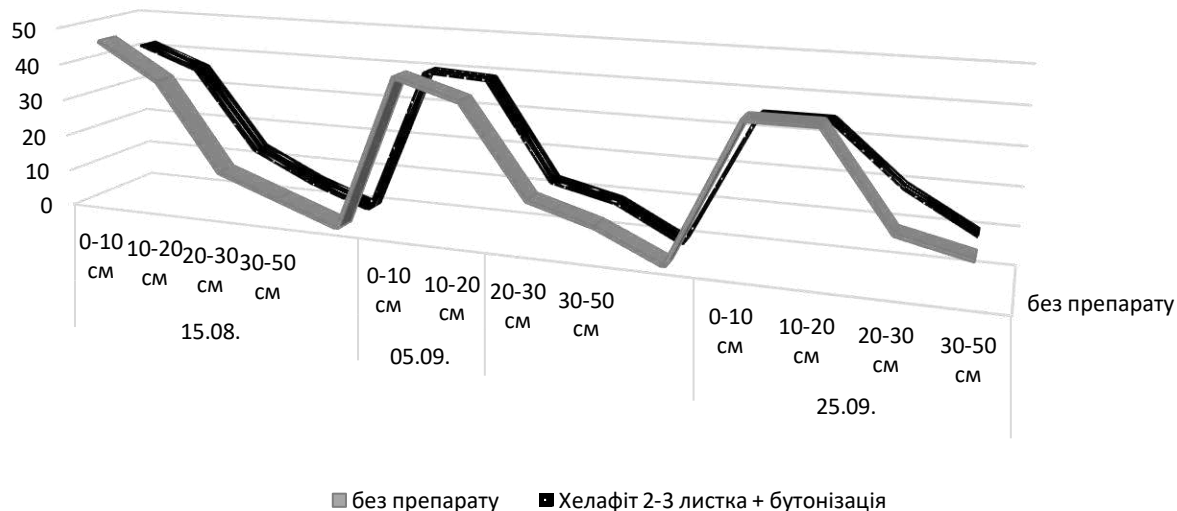


Рис. 4.12 Пошарове розміщення коренів ріпаку озимого, % від загальної маси, 2023р., плодоутворення

З наведеної на рисунку 4.12 діаграми чітко простежується така закономірність: перенесення строку сівби з раннього на пізній і застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт з подвійним внесенням його у фазі 2 – 3 листків восени та у фазу бутонізації навесні призводять до перерозподілу кореневої маси в сторону збільшення її частки в нижніх шарах ґрунту. Так, якщо за раннього строку частка коренів у шарі 0 – 20 см становила 78 – 82%, а на частку шару 20 – 50 см припадало 18 – 22%, то за сівби 25.09 ці показники

становили відповідно 70 – 76 та 20 – 30%. Встановлений факт дає підставу стверджувати, що рослини пізніх строків сівби мали вищий рівень посухостійкості.

Застосування Хелафіту за рахунок дії цитокінінів також сприяло зростанню частки коренів у шарі 20 – 50 см: на першому строку сівби з 18 до 22; на другому – з 21 до 22; на третьому – з 26 до 30%.

Висновки до підрозділу 4.2

Аналізуючи ріст і розвиток рослин впродовж весняно – літньої вегетації, можна зробити наступні висновки:

1. Оптимальний строк сівби забезпечує найвищий рівень зимостійкості: перевага над раннім становить по рокам досліджень від 2 до 7%, причому застосування рістстимулюючого препарату також підвищує зимостійкість від 5 до 14%.

2. Жодний зі строків сівби не забезпечує одержання дружніх і своєчасних сходів, тому густина стеблостою ріпаку озимого була майже однаковою по усіх варіантах досліду. Як тенденцію можна відзначити найменшу густоту рослин на 1 м² (26 рослин) за раннього строку (оптимальний 28, а пізній – 27 рослин). Більш суттєво впливало застосування Хелафіту, який сприяв збільшенню густоти на 5 – 7%.

3. За розміром листової поверхні безумовну перевагу мають ранній і оптимальний строк сівби, за яких сформувалось листя площею 26 – 27 тис.м²/га, у той час коли за пізнього строку цей показник становив лише 16 тис.м²/га. Доволі дійовим способом збільшення площі листя за будь – яких строків сівби є внесення Хелафіту. Під впливом цього препарату площа листя зростає від 4,5 до 12%.

4. Урожай сухої надземної біомаси суттєво різнився по рокам від 3,2 – 3,8 у 2024 р. до 4,3 – 6,6 т/га у 2023 р. В усіх випадках (за винятком 2024 р) перевага по цьому показнику відзначалась за раннім строком сівби: у середньому за 3 роки було сформовано 5,33 т/га сухої біомаси, тоді як за оптимального

строку сівби – 4,93, а за пізнього – 3,92 т/га. Хелафіт за усіх випадків сприяв зростанню урожаю надземної біомаси. Ефективність застосування Хелафіту була найвищою у варіантах посіву пізнього строку сівби (14,2% приросту у порівнянні з варіантом без препарату, тоді як на фоні раннього строку ця прирост становила лише 9,3%.

5. Застосування рістрегулюючого препарату дозволяє не лише збільшити урожай надземної біомаси, а й змінити її структуру, тобто співвідношення у масі стебел, листя і квітконосів у сторону зростання частки листя і квітконосів у загальній масі: без препарату на долю стебла припадало 41%, листя 39%, квітконосів – 20%. За дворазового внесення Хелафіту ці показники становили відповідно 36,40% та 24%.

6. Розрахунки показали, що фотосинтетичний потенціал максимальних значень досягає за сівби в ранній і оптимальний строки. Хелафіт в усіх випадках дозволяє одержати більш високий ФП, причому максимальний ефект досягається за сівби 25 вересня. Рівень чистої продуктивності фотосинтезу, навпаки, мав тенденцію до зменшення за умови внесення Хелафіту.

7. Максимальна коренева маса ріпаку озимого формується у фазі плодоутворення за сівби у ранній та оптимальний строки. У цьому разі ці строки за масою коренів перевищували пізній строк у 1,5 рази в обидва роки досліджень. Внесення Хелафіту в усіх випадках призводило до помітного зростання кореневої маси на 9,0 – 20,1%.

8. Найвищий рівень кореневої продуктивності спостерігався на посівах пізнього строку і досягав 2,65 кг сухої біомаси на 1 кг сухих коренів. Суттєвого впливу рістрегулюючого препарату на продуктивність коренів не виявлено і різниця знаходилась в межах помилки досліджу.

9. При переході від раннього до пізнього строку та застосуванні Хелафіту простежується певний перерозподіл пошарового розташування кореневої маси із зростанням її частки у шарі 20 – 50 см. Так, за сівби 15 серпня без препарату частка коренів у цьому шарі становила 18%, а за сівби 25 вересня цей показник зростав до 30%.

4.3 Особливості водоспоживання рослин озимого ріпаку озимого

Ріпак, як і більшість культур родини Капустяних (*Brassicaceae*), має високий рівень водоспоживання. Достатньо відзначити, що його транспіраційний коефіцієнт становить 700 – 760 пунктів. У гостро посушливих умовах ріпак ярий 9 років з 10 інгібує ріст рослин на рівні 30 – 35 см, скорочує кількість суцвіть на рослині до 1 – 3 і в цілому забезпечує урожайність в межах 0,7 – 0,8 т/га. Тому в цих регіонах віддають перевагу вирощуванню ріпаку озимому. Цей тип розвитку рослин має теж високі вимоги до вологи, проте більшість його періоду вегетації зазвичай проходить за умов накопиченої вологи осінньо-зимового періоду, і коли ще посуха не завдала істотної шкоди посівам. Він починає цвітіння в середині квітня, а 10 – 15 травня завершується процес утворення значної частини стручків, яка і є основою урожаю. Тому до кінця травня, коли запаси весняної вологи у ґрунті досягають мінімальних значень, а атмосферні опади не завжди компенсують випаровування, озимий ріпак завершує формування генеративної частини рослин, які впродовж усього червня здатні вегетувати за рахунок вологи, яка міститься у біомасі рослин.

Проте, дефіцит вологи призводить до глибоких стресів рослин, що у кінцевому рахунку може мати суттєві негативні наслідки. Тому для цієї культури особливо важливим заходом є застосування мультіфункціональних препаратів, які здатні пом'якшувати стресовий стан рослин. І взагалі морфо – фізіологічний стан рослин, обумовлений різними строками сівби, також є чинником різної реакції на стресові фактори.

Програмою наукових досліджень було передбачено вивчення впливу строків сівби і застосування рістрегулюючого препарату на рівень загального водоспоживання ріпаку озимого з розрахунками коефіцієнту водоспоживання, як елемента, що характеризує кінцеву ефективність використання вологи.

Для такої оцінки необхідно спочатку визначити вологість ґрунту, потім розрахувати запас продуктивної вологи і тільки після цього робимо розрахунки водного балансу, де і фігурують названі вище показники. Одержані результати

визначення вологості ґрунту у шарі 0 – 100 см в роки досліджень наведено в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18

Вологість метрового шару ґрунту в різні фази розвитку ріпаку озимого (середнє по шарам 0 – 10; 10 – 20; 20 – 30; 30 – 50; 50 – 70; 70 – 100 см), %

Строк сівби	Фаза внесення препарату	2023 р.		2024 р.		2025 р.	
		1	2	1	2	1	2
15.08	без препарату	20,5	15,4	21,1	14,4	19,4	13,7
	Хелафіт, 2-3 листя	20,4	15,0	21,1	14,2	19,0	13,5
	Хелафіт, бутонізація	20,4	14,3	21,2	14,0	19,0	13,4
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	20,1	14,1	21,0	13,9	18,9	13,3
05.09	без препарату	21,2	14,8	20,8	14,5	19,6	14,0
	Хелафіт, 2-3 листя	21,2	14,8	20,9	14,3	19,2	13,8
	Хелафіт, бутонізація	20,7	14,7	20,6	14,2	19,2	13,8
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	20,5	14,6	20,6	14,1	19,0	13,8
25.09	без препарату	21,8	15,3	21,3	15,0	19,2	13,5
	Хелафіт, 2-3 листя	21,6	15,1	21,0	14,7	18,8	13,3
	Хелафіт, бутонізація	21,4	15,1	20,9	14,5	18,8	13,1
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	21,2	15,0	20,8	14,5	18,5	13,0

Примітка: 1 – початок відновлення весняної вегетації; 2 – повна стиглість

На початку весняної вегетації за усіх випадків вологість ґрунту знаходилася в діапазоні 75 – 85% від найменшої вологоємності, тобто в цей час потреби рослин задовольняються на 100%. Але, залежно від глибинних запасів (у шарі 100 – 150 см), цей сприятливий період може триматись лише до 25 – 30 діб.

Після того, як з поверхні ґрунту випаровується волога, а опади відсутні або їх бракує для компенсації випаровування, настає критичний період, який може бути визначальним з точки зору продуктивності посівів. Спостереженнями встановлено, що з початком вегетації навесні і до повної стиглості вологість ґрунту зменшується до рівня 13 – 14%, що майже еквівалентно рівню вологості сталого в'янення (11,4% для ґрунту ділянки польового дослідження). Зазвичай строк сівби на цьому етапі розвитку істотного впливу на вологість ґрунту не мали і коливання цього показника лише відображали перебіг випадання опадів. А от застосування препарату в усіх варіантах дослідження мало тенденцію до зниження вологості ґрунту на 0,1 – 0,7% при відновленні весняної вегетації і на 0,3 – 1,0% у фазі повної стиглості. З урахуванням рівня сформованого урожаю біомаси таке явище цілком природне.

Але для ростових процесів рослин поряд з показником вологості ґрунту, не менш істотним є показник запасу продуктивної вологи, тобто різниця між загальним вмістом вологи і запасом, недоступним для рослин (табл. 4.19).

Таблиця 4.19

Запас продуктивної вологи у шарі 0 – 100 см в роки проведення досліджень, мм

Строки сівби	Фаза внесення препарату	2023 р.		2024 р.		2025 р.	
		1	2	1	2	1	2
15.08	без препарату	122	54	130	40	107	31
	Хелафіт, 2-3 листя	121	48	130	38	102	28
	Хелафіт, бутонізація	121	39	131	35	102	27
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	117	36	129	34	101	26
05.09	без препарату	131	46	126	42	110	35
	Хелафіт, 2-3 листя	131	46	127	39	105	32
	Хелафіт, бутонізація	126	44	123	38	105	32
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	125	42	123	36	102	32

1	2	3	4	5	6	7	8
25.09	без препарату	139	52	133	48	105	29
	Хелафіт, 2-3 листя	137	50	129	44	99	26
	Хелафіт, бутонізація	134	50	127	42	99	23
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	131	48	126	42	95	21

Примітка 1. Початок відновлення весняної вегетації 2. Повна стиглість

Цей показник є вихідним з вологості ґрунту, а тому одержані результати лише підтверджують попередні висновки. Розрахунок цього показника є складовою розрахунків водного балансу. Діаграма на рисунку 4.13 наочно підтверджує пряму кореляцію між кількістю продуктивної вологи і вологістю ґрунту.

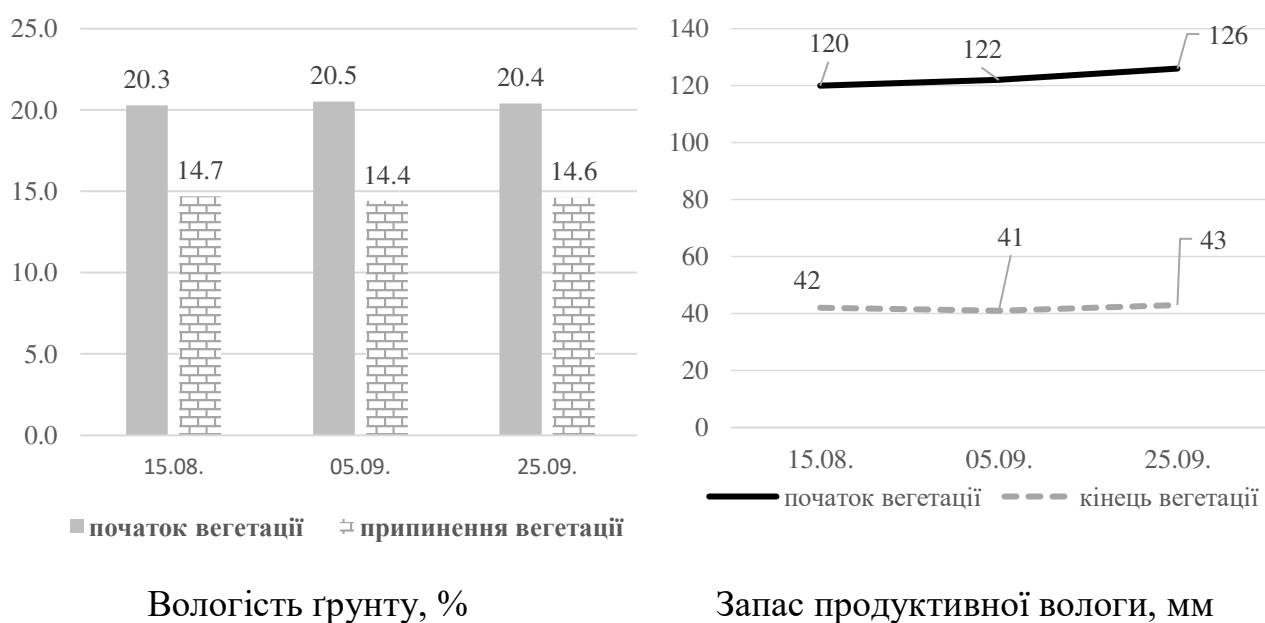


Рис. 4.13. Вологість ґрунту (%) і запас продуктивної вологи (мм) за різних строків сівби на початку та у кінці вегетації рослин, середнє за 2023 – 2025 рр.

Стосовно аналогічної залежності між показниками вологості ґрунту і запасом продуктивної вологи за умов застосування рістстимулюючого препарату спостерігається повне співпадіння залежностей (Додаток Л).

Розрахувавши середні за 3 роки досліджень показники вологості ґрунту і запасу продуктивної вологи було встановлено, що і у такому форматі не висвітлюються ніякі інші залежності окрім раніше зазначених.

Розрахунок показників водного балансу проведено за спрощеною методикою, яка базується на визначенні співвідношення між надходженням і витратами вологи в ґрунті [202]. Ця методика передбачає визначення загального водоспоживання, як різниці між початковим і кінцевим запасом продуктивної вологи у сумі з атмосферними опадами за обліковий період. Сутність розрахунків полягає в тому, що весь дефіцит вологи включено у розрахунок питомого водоспоживання, а випаровування з поверхні ґрунту окремо не виділяється. Маючи загальне водоспоживання, легко розрахувати коефіцієнт, розділивши перший показник на урожай сухої біомаси. У науковій літературі часто зустрічається неузгодженість стосовно того, на урожай якої частини рослин рахувати коефіцієнт водоспоживання: одні пропонують на загальний урожай сухої біомаси, інші – на урожай головної продукції (насіння, зерно, плоди і т. ін). Відповідно програмою досліджень передбачалося визначення усіх можливих варіантів розрахунку: 1) на надземну біомасу; 2) на загальну біомасу (надземна та підземна частина разом); 3) на кількість сформованого насіння (табл.4.20).

Загальне водоспоживання тісно пов'язано із сформованим рівнем урожаю біомаси: чим вище цей показник, тим більше вологи використовують рослини. Щоправда, ця закономірність проявляється не в усі роки, а тому середній показник не зовсім відповідає такому твердженню. Тому в середньому за роки досліджень по загальному водоспоживанню було одержано близькі значення (в межах 2386 – 2450), тобто максимальна різниця становила лише 64 м²/га або 2,5%. В цілому в роки проведення досліджень вегетаційний період ріпаку озимого (квітень – червень) протікав за доволі посушливих умов і загальне водоспоживання загалом по досліді було меншим, ніж зазвичай.

Водний баланс метрового шару ґрунту під посівом ріпаку озимого, (середні за 2023 – 2025 рр.)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Продуктивна волога, м ³ /га			Опади за вегетацію, м ³ /га	Загальне водоспоживання , м ³ /га	Урожай сухої біомаси, т/га			Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т		
		початок вегетації	кінець вегетації	різниця			надземн ої маси	усієї біомаси	насіння	надземн ої маси	усієї біомаси	насіння
15.08.	без препарату	1196	417	779	1607	2386	5,02	2,15	2,87	475	333	831
	Хелафіт, 2-3 листа	1177	387	790	1607	2397	5,15	2,34	2,96	465	319	810
	Хелафіт, бутонізація	1180	337	843	1607	2450	5,34	2,40	3,08	459	317	795
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	1157	320	837	1607	2444	5,49	2,47	3,21	445	307	761
05.09.	без препарату	1223	410	813	1607	2420	4,43	2,24	3,50	546	363	691
	Хелафіт, 2-3 листа	1210	390	820	1607	2427	4,87	2,37	3,80	498	335	639
	Хелафіт, бутонізація	1180	380	800	1607	2407	4,95	2,45	3,94	486	327	611
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	1167	367	800	1607	2407	5,46	2,55	4,08	441	300	590
25.09.	без препарату	1260	427	833	1607	2440	3,67	1,42	2,70	665	479	904
	Хелафіт, 2-3 листа	1217	400	817	1607	2424	3,81	1,47	2,97	636	459	816
	Хелафіт, бутонізація	1200	383	817	1607	2424	4,01	1,59	3,13	604	433	774
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	1173	370	803	1607	2410	4,19	1,68	3,54	575	411	681

Головною метою розрахунків водного балансу було визначення коефіцієнту водоспоживання, який є індикатором ефективності використання вологи для формування урожаю. Залежно від частини урожаю, на яку вели розрахунок, питоме водоспоживання коливалось від 307 (на загальний урожай біомаси) до 831 м³/на 1т насіння. Якщо оцінити характер впливу строків сівби за коефіцієнтом водоспоживання, то перевага була у варіанті посівів в оптимальні строки (при розрахунку на насіння). Рослини, посіяні у ранні строки, мали питоме водоспоживання на 14 – 15% вище, а за пізніх – перевищували оптимальні строки на 10 – 11%.

Найбільш цікавими виявились результати визначення коефіцієнту водоспоживання в залежності від застосування рістстимулюючого препарату. Саме по собі явище збільшення водоспоживання за рахунок препарату не є неочікуваним, оскільки його гіпотетично передбачали. А от рівень впливу за різних строків сівби як в абсолютному, так і у відносному вимірі, передбачити було неможливо. На рисунку 4.14 графічно наведено результати зменшення коефіцієнту водоспоживання під впливом дії позакоренових обробок рослин ріпаку озимого стимулятором росту за різних строків сівби.

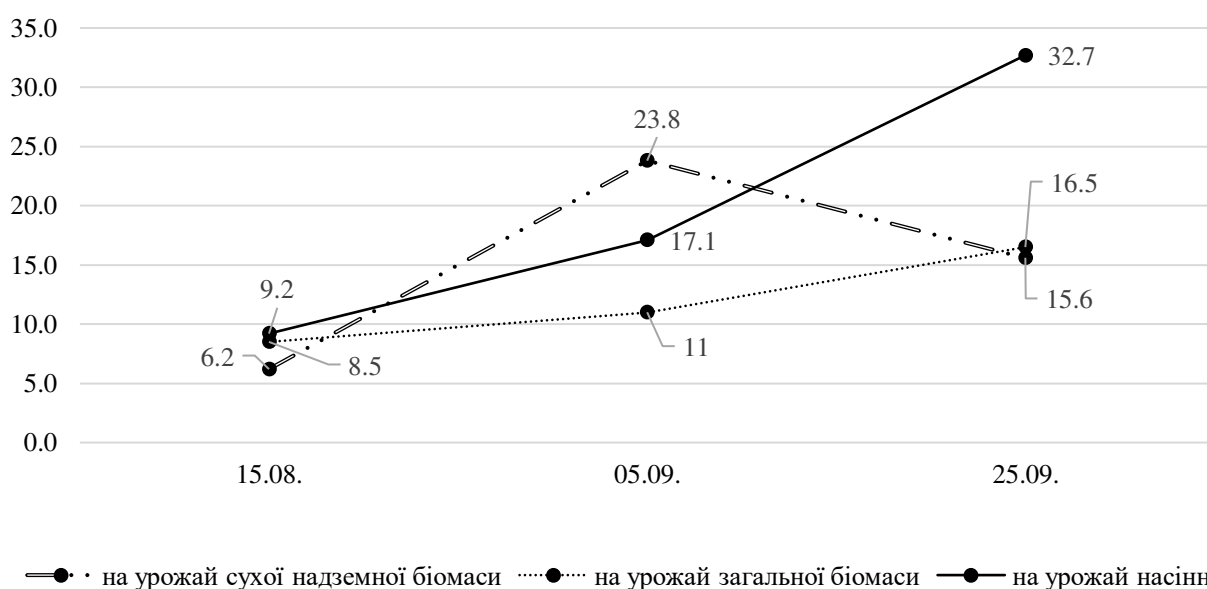


Рис. 4.14 Рівень зменшення коефіцієнту водоспоживання залежно від строку сівби та подвійного внесення стимулятора росту Хелафіт, %
(середні за 2023 – 2025рр.)

Результатами досліджень встановлено, що за ранніх строків сівби застосування Хелафіту призводить до зниження коефіцієнту водоспоживання на 6,2 – 9,2%, а за оптимальних – ці значення досягають 11,0 – 23,8, а на пізньому – 15,6 – 32,7%. Аналіз даних доводить, що чим гірше умови розвитку рослин, тим вище ефективність від внесення рістстимулюючого препарату. Єдине виключення спостерігається у динаміці зменшення коефіцієнту водоспоживання при розрахунку на урожай надземної біомаси: у цьому разі ефект за оптимального строку сівби вищий, ніж за пізнього. Встановлено, що економія води, яка використовується на утворення 1 тони насіння за рахунок застосування Хелафіту становить за сівби в оптимальний строк 99 м³/т насіння. Якщо перерахувати весь розмір можливої (прогнозованої) економії води завдяки цьому агрозаходу, то результат виглядає доволі переконливо (табл. 4.21).

Таблиця 4.21

**Можливість (прогноз) економії вологи за рахунок внесення
рістстимулюючого препарату, м³**

Строк сівби	Середній за 3 роки урожай насіння, т/га	Економія води, м ³		
		на 1 т насіння	на 1 га	на посівну площу в Миколаївській області (на 100 тис. га)
15.08	3,21	70	225	22500000
05.09	4,08	99	404	40400000
25.09	3,54	223	789	78900000

Зрозуміло, що наведені в таблиці 4.21 дані мають умовний (прогнозований) характер, проте для практичної уяви розміру можливої економії вони є доволі переконливими.

Висновок до підрозділу 4.3

Досліди за накопиченням та витратами ґрунтової вологи під час вегетації ріпаку озимого показали, що вивчені агрозаходи слугують непрямим, але вагомим важелем впливу на показники водного режиму, зокрема:

1. Найменш напруженим за вологозабезпеченням рослин ріпаку виявився пізній строк сівби, який дозволяє в усі роки (за виключенням 2025, коли різниці не відзначено) одержати вищий запас продуктивної вологи. У метровому шарі ґрунту на 6 – 9%.
2. Розрахунки елементів водного балансу ґрунту показали, що застосування препарату Хелафіт дає можливість помітно зменшити коефіцієнт водоспоживання рослин ріпаку. Це зниження у варіанті посіву в ранні строки сівби становить, залежно від частини урожаю, на яку вели розрахунок, від 6,2 до 9,2%. На оптимальному – ці показники зростали до 11,0 – 23,8, а за пізнього – досягали максимуму (15,6 – 32,7%).
3. Загальна економія води за рахунок застосування препарату в залежності від строку сівби становила 225 – 789 м³/га, або 22,5 – 78,9 млн. м³ на усю посівну площу Миколаївської області

4.4 Особливості розвитку генеративних органів ріпаку озимого

Ріпак на відміну від інших польових культур має широкий діапазон коливань розміру генеративного апарату. Залежно від густоти рослин і умов їх росту кількість квіток на рослині може варіювати від 20 – 30 до 1000 і більше. Необхідно відзначити, що така маса генеративних органів утворюється неодноразово і відповідно дозрівання відбувається з істотним часовим діапазоном між різними гілками і навіть в межах однієї гілки. Тому, потенційна здатність утворювати певний розмір генеративної частини рослин ніколи не реалізується на 100%, а навіть і 80 – 90%. Навіть за сприятливих умов не бажано доводити стан рослин до максимальної реалізації потенційних можливостей, бо за такого випадку існує вірогідність безкінечного зростання матрикальної неоднорідності

за якістю насіння: частина стручків досягали повної стиглості вже 5 липня, а інша ще взагалі не сформована (в цей час тільки починається цвітіння верхнього ярусу). Але за умов оптимізації густоти рослин досягнути зростання реалізації потенціалу кожної окремої рослини стає одним з найактуальніших завдань інтенсифікації технології вирощування ріпаку озимого. Відповідно, сучасні інноваційні технології передбачають комплексну систему заходів, які забезпечують не лише розвиток вегетативної маси рослин, а й сприяють оптимізації співвідношення вегетативної та генеративної частини урожаю.

Початковий етап формування генеративного апарату ріпаку озимого починається з фази бутонізації, яка зазвичай настає 5 – 10 квітня і характеризується появою зачатку суцвіття у вигляді бутонів різного розміру: по краях 1,5 – 3, а в середині – 0,5 – 1,0 мм. Такий стан триває не більше 5-7 діб, через які перші бутони вже набувають жовтого забарвлення, а через 3 – 5 діб розкриваються перші квіти. Таким чином, станом на 18 – 20 квітня у 70 – 80% посіву фіксують початок фази цвітіння.

Запилення ріпаку озимого – комбіноване: частина квіток є самоzapильними, а більшість має перехресний (ентомофільний) тип запилення. Саме запилення комахами (у першу чергу бджолами) сприяє зростанню реалізації потенціалу продуктивності рослин і кращому формуванню генеративного апарату. В літературі можна зустріти приклади деяких дослідників про зростання до 30% урожаю насіння ріпаку озимого за рахунок повноцінного запилення квіток бджолами. Корисні комахи здатні покращити результати реалізації того потенціалу, який рослини вже сформували. Виходячи з цього першочергового значення набувають агрозаходи, що оптимізують умови вегетації рослин. Серед таких заходів можна відзначити і програмні питання, які вивчаються в польовому досліді – строки сівби і застосування рістстимулюючого препарату.

Ріпак, як і інші культури, формує на початкових етапах розвитку генеративні органи стандартного розміру. Але, навіть за сприятливих умов формування стручків та їх розміру відбувається по різному, з певними відхиленнями від стандартного, який притаманний для того чи іншого генотипу.

Для наочного бачення цього явища на рисунку 4.15 зображено фото генеративних органів та їх різноманіття залежно від місця розташування стручка на рослині та рівня відповідності навколишнього середовища вимогам рослин.



Рис 4.15 *Природне різноманіття утворення стручків однієї гілки рослинами ріпаку озимого (1-40 насінин; 2-35 насінин; 3-35 насінин; 4-18 насінин; 5-16 насінин)*

Діапазон коливань розміру стручків ріпаку озимого є істотними і за підрахунками частка перших становить 38% від загальної кількості, других – 26%; третіх – 20%, четвертих – 12% і п'ятих – 4%. Незважаючи на різні розміри усі ці стручки відносяться до групи продуктивних, оскільки вони здатні формувати повноцінне насіння, хоча і з меншою масою 1000 насінин. В таблиці 4.22 наведено дані розрахунків маси 1000 насінин та кількості насіння у фазі повної стиглості залежно від наведених вище груп.

Дослідженнями встановлено, що великі стручки відрізняються не лише кількістю насіння, а й їх розміром. Різниця між крайніми значеннями маси 1000

насінин, становить 0,9 г, або 31%. Завдяки кількісній перевазі крупних стручків середня маса 1000 насінин відрізняється від максимальної лише на 8,5%.

Таблиця 4.22

Залежність маси 1000 насінин ріпаку озимого від крупності стручків.

№ групи	Кількість насінин у стручку, шт	Загальна маса насіння з 1м ² , г	Кількість насінин на 1м ² , тис.	Маса 1000 насінин, г
1	40	114	30,0	3,8
2	35	78	21,7	3,6
3	25	60	18,2	3,3
4	18	36	11,6	3,1
5	16	12	4,1	2,9
Сума усіх груп		300	86,3	3,5

Розмір стручків та їх кількість суттєво коливаються і по розташуванню на гілках першого, другого і третього порядків (рис. 4.16).



Рис.4.16 Кількість сформованих стручків на гілках першого (1), другого (2) та третього (3) порядку

Висвітлення таких результатів досліджень дає змогу зрозуміти наявність різниці між рослинами в межах польового досліджу, обумовлених строками сівби і застосуванням рістстимулюючого препарату. Перш за все було відзначено певну різницю у часі настання фаз бутонізації і цвітіння (табл. 4.23)

Таблиця 4.23

Дата настання перших фаз генеративного розвитку рослин ріпаку озимого під впливом обробіток рістстимулюючою речовиною

Строк сівби	Фаза внесення препарату	2023 р.		2024 р.		2025 р.	
		бутонізація	цвітіння	бутонізація	цвітіння	бутонізація	цвітіння
15.08	без препарату	10.04	21.04	17.04	25.04	03.04	18.04
	Хелафіт, 2-3 листя	12.04	23.04	18.04	27.04	15.04	20.04
	Хелафіт, бутонізація	12.04	25.04	18.04	29.04	16.04	22.04
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	12.04	26.04	21.04	30.04	16.04	23.04
05.09	без препарату	10.04	22.04	17.04	26.04	13.04	18.04
	Хелафіт, 2-3 листя	12.04	23.04	18.04	27.04	14.04	19.04
	Хелафіт, бутонізація	12.04	25.04	19.04	29.04	16.04	21.04
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	12.04	26.04	19.04	30.04	16.04	21.04
25.09	без препарату	16.04	29.04	20.04	01.05	08.04	26.04
	Хелафіт, 2-3 листя	18.04	30.04	22.04	01.05	19.04	27.04
	Хелафіт, бутонізація	18.04	30.04	23.04	01.05	19.04	28.04
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	19.04	01.05	23.04	01.05	19.04	28.04

За раннього та оптимального строків сівби в роки проведення досліджень рослини проходили стадії бутонізації та цвітіння майже одночасно, а посіви варіантів пізнього строку помітно відставали у розвитку; в середньому за 3 роки стадія бутонізації у них наступала на 5 діб пізніше. У фазу цвітіння ця різниця зберігалась навіть у 2023 та 2025 рр. та зростала до 8 діб.

Застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт в усіх випадках призводило до зміщення на більш пізній термін настання цих фаз. Максимальна пролонгація процесів розвитку спостерігалось у разі подвійного внесення Хелафіту, що становило 4 – 6 діб. Така закономірність є наслідком формування більш сприятливих умов генеративного розвитку за умов внесення препарату.

Головним елементом дослідження, пов'язаного з вивченням процесу формування генеративних органів є визначення кількості утворених на рослинах квіток і плодів. Встановлено, що ріпак озимий характеризується високим рівнем індивідуальної продуктивності: за меншої густоти посіву формується вищий рівень індивідуальної продуктивності кожної окремої рослини. Ще наприкінці 2000-х років в Україні існувала практика посіву ріпаку озимого з нормою висіву 3-4 млн. насінин/га. Навіть за умовами виживання 50% сходів на квадратному метрі залишилося до 200 рослин. Безумовно, така густина обумовлювала утворення на 1 рослині не більше 50 квітів, які у кінцевому рахунку формували 28 – 30 стручків. Така кількість приблизно у 10 разів менше, порівняно із сучасними технологічними підходами, коли у більшості випадків норма висіву не перевищує 500 тис. насінин на 1 га, або 50 рослин на 1 м². У роки проведення польового дослідження до збирання залишалось лише 20 – 35 рослин на 1 м², а їх індивідуальна продуктивність була істотно вищою порівняно із аналогічними показниками продуктивності минулих років. Починаючи з фази бутонізації проводилися обліки щодо визначення кількості бутонів, формування повноцінних квіток і плодів в залежності від строків сівби і застосування рістрегулюючого препарату. Ці підрахунки наведено в таблиці 4.24

Результатами досліджень доведено, що у ранній та оптимальний строк сівби формуються приблизно однаковий генеративний апарат за кількістю бутонів і квітів, але за кількістю утворених повноцінних стручків помітну перевагу мали рослини оптимального строку сівби. Спостереженнями встановлено, що на рослинах раннього строку в середньому було сформовано 173 повноцінних стручки, а у варіанті оптимального строку сівби – 179 і, відповідно, відзначено зменшення кількості неповноцінних стручків (з 32 до 23

штук на рослину). Пізній строк за усіх років спостережень поступався за цим показником (Додаток М,Н,О).

Таблиця 4.24

Кількість утворених однією рослиною генеративних органів, шт (середні за 2023 – 2025 рр)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Кількість на 1 рослині				
		бутонів	ПОВНОЦІННИХ КВІТОК	плодів		
				всього	у т. ч	
					повноцінних	недорозвинутих
15.08	без препарату	237	223	205	169	36
	Хелафіт, 2-3 листа	239	229	205	174	32
	Хелафіт, бутонізація	241	233	207	176	31
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	244	234	207	179	28
05.09	без препарату	233	220	200	173	25
	Хелафіт, 2-3 листа	235	221	203	179	24
	Хелафіт, бутонізація	238	223	204	181	23
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	240	225	207	184	21
25.09	без препарату	149	130	118	98	20
	Хелафіт, 2-3 листа	151	134	121	101	20
	Хелафіт, бутонізація	153	135	121	104	17
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	155	137	123	106	17

Хелафіт, маючи багатofункціональну рістстимулюючу дію, абсолютно за усіх випадків проявляв позитивну дію, щодо кількісних показників генеративного апарату. Максимальне зростання кількості бутонів за оптимального строку сівби становило у середньому за 3 роки – 7, квітів – 5, а

повноцінних стручків 11 штук на рослину. Порівнюючи ступінь дії рiстстимулюючого препарату на формування стручків по строкам сiвби встановлено, що максимального ефекту досягнуто у варіантах пізнього строку 8,2% проти 6,3% та 5,9% на оптимальному і ранньому. Цей факт вже вкотре підтверджує ідею про зростання ефективності препарату у разі максимально несприятливої ситуації.

Зростання індивідуальної продуктивності не завжди супроводжується адекватним підвищенням популятивної продуктивності. Забезпечити бажаний ефект в даному випадку може лише оптимальна комбінація індивідуального потенціалу і густоти стеблостою (табл. 4.25).

Таблиця 4.25

Популятивна продуктивність озимого ріпаку залежно від урожаю окремих рослин та їх густоти (власні розрахунки)

Урожай насіння, г/рослину	Кількість рослин на 1м ²	Урожайність	
		г/м ²	т/га
10	20	200	2,0
8	30	240	2,4
6	40	240	2,4
4	50	200	2,0

Результатами польового дослідження встановлено, що за таких умов оптимальним є співвідношення 6 – 8 г насіння з 1 рослини при густоті 30 – 40 штук на 1 м², або 300 – 400 тис. рослин на 1 га. За таких умов вивчені агрозаходи, не зменшуючи (і навіть збільшуючи) густоту, дозволяють збільшити індивідуальну продуктивність.

Вивчаючи розміщення стручків на рослині виявлено, що переважна більшість до 70 і вище відсотків утворюються на головному та пагонах першого порядку (рис.4.17).

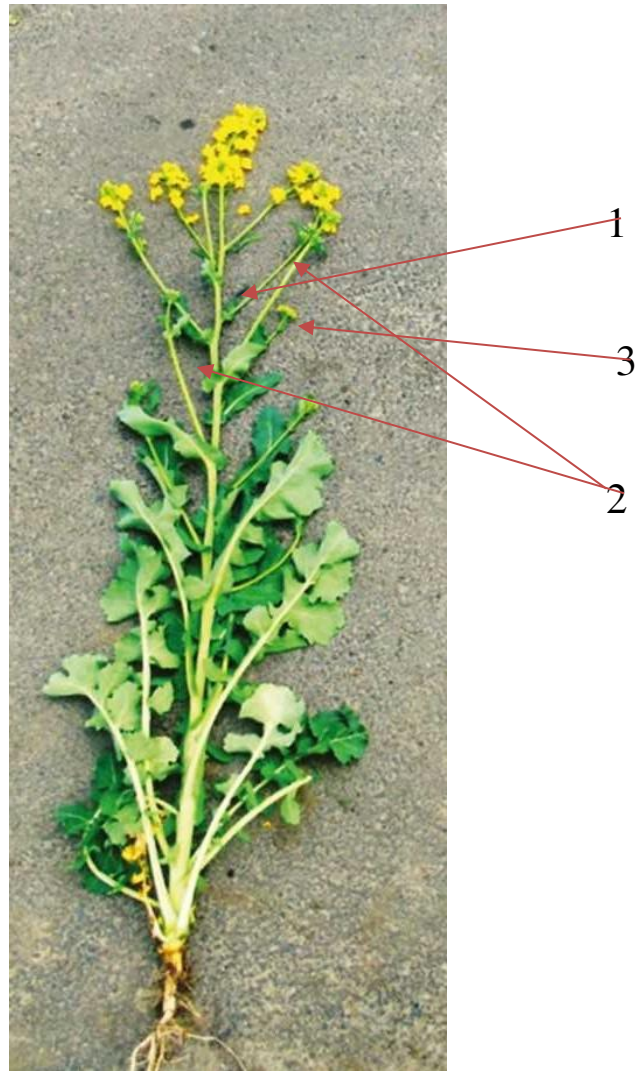


Рис. 4.17 *Схема гілкування і розташування стручків на рослинах озимого ріпаку, (1 – головний пагін; 2 – пагін першого порядку; 3 – пагін другого порядку)*

Залежно від густоти рослин можуть бути різноманітні комбінації пагонів - лише головні; головний + пагони першого порядку; головний + пагони першого та другого порядку. Інколи, за сприятливих умов можуть утворюватися окрім головного пагону та першого порядку - гілки другого та третього порядку. Окремі рослини здатні сформувати навіть пагони четвертого і п'ятого порядку.

Зазначені генеративні органи є базисом індивідуальної продуктивності, але усі вони без винятку формують потенційну продуктивність. Реальна біологічна урожайність – це кількість сформованих у стручках насіння. Для розрахунку біологічної урожайності необхідно підставити відповідні значення у формулу:

$$Y_6 = K_p \times K_n \times M_{1000}, \text{ де}$$

Y_6 – біологічний урожай, г/м²

K_p – кількість рослин на 1 м²

K_n – кількість насіння на 1 рослину, тис.

M_{1000} – маса 1000 насінин, г

Розрахункова біологічна врожайність буде завжди вищою за показник фактичної врожайності, оскільки не враховані можливі втрати насіння при збиранні. Біологічний урожай – це показник, який необхідно визначити перед збиранням для того, щоб мати прогноз можливих об'ємів виробництва. Часто цей показник визначають експерти для визначення шкоди, заподіяної стихійними лихами або внаслідок людської діяльності. За будь-якого випадку для аграріїв-практиків – це орієнтир і показник завдяки якому можна розрахувати розмір втрат під час збирання урожаю. Тому для аналізу генеративного апарату основним показником є кількість насінин, утворених однією рослиною та усім травостоєм на одиниці площі.

Відзначена тенденція, щодо активації ростових процесів та формування генеративних органів, цілком підтвердилась результатами польового дослідження та в кінцевому значенні – кількість утворених насінин, які складають головну продукцію. Ці показники потребують аналізу в розрізі років досліджень, оскільки кожен з років має різні (специфічні) погодні умови. Дані по формуванню насіння рослинами озимого ріпаку в 2023 році наведено у таблиці 4.26.

Результатами досліджень встановлено, що в цьому році умови для формування складових урожаю були наближені до оптимальних, а відтак і насіннєва продуктивність була на максимальному рівні. Якщо розглядати індивідуальну продуктивність за строками сівби, то перевага оптимального строку посіву в цей рік була виражена найбільш істотно. Але, ще більш виражено відзначено перевагу цього строку за популятивною (загальною) продуктивністю. Якщо в середньому перевага за продуктивністю однієї рослини становила над

раннім строком 14,7%, то за популятивною продуктивністю цей показник зростав до 27,2%.

Таблиця 4.26

Індивідуальна і популятивна продуктивність озимого ріпаку, 2023 р.

Строк сівби	Фаза внесення препарату	кількість насінин, тис. шт					
		на 1 рослину			на 1 м ²		
		всього	у т.ч		всього	у т.ч	
			з головного пагону	з бічних		з головного пагону	з бічних пагонів
15.08	без препарату	4,26	2,17	2,09	104,5	54,3	52,2
	Хелафіт, 2-3 листа	3,53	1,80	1,73	109,4	55,8	53,6
	Хелафіт, бутонізація	3,46	1,73	1,73	114,2	58,2	56,0
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,45	1,76	1,69	117,3	59,8	57,5
05.09	без препарату	4,28	2,57	1,71	132,7	79,6	53,1
	Хелафіт, 2-3 листа	4,08	2,45	1,63	138,7	83,2	55,5
	Хелафіт, бутонізація	4,20	2,52	1,68	142,8	85,7	57,1
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,26	2,56	1,70	144,8	86,9	57,9
25.09	без препарату	2,86	2,20	0,66	85,8	66,1	19,7
	Хелафіт, 2-3 листа	2,90	2,23	0,67	9,57	73,7	22,0
	Хелафіт, бутонізація	2,87	2,21	0,66	100,5	77,4	23,1
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	2,98	2,30	0,68	107,3	82,6	23,7

Застосування Хелафіту в цьому році мло середній рівень ефективності і у разі подвійного внесення восени у фазі 2 – 3 листків і навесні у фазі бутонізації

забезпечувало підвищення популятивної продуктивності на 7 – 23%, причому максимум ефективності спостерігався знову ж таки за пізнього строку сівби. Основою формування насінневої продуктивності рослин ріпаку є головний пагін, на якому за усіх випадків формується найбільша кількість повноцінних насінин, причому ця величина поступово зростає за умов переходу від раннього строку сівби до пізнього. Якщо на головному пагоні рослини раннього строку сівби сформували 51% всього насіння, то за посівів в оптимальні строки цей показник становив 60%, а на пізньому – 77%. Насіннева продуктивність озимого ріпаку у 2024 році була низькою і мала суттєві відмінності за варіантами порівняно із аналогічними показниками попереднього року (табл.4.27).

Таблиця 4. 27

Індивідуальна і популятивна продуктивність озимого ріпаку, 2024 р.

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Кількість насінин, тис. шт					
		на 1 рослину			на 1 м ²		
		всього	у т.ч		всього	у т.ч	
			з головного пагону	з бічних пагонів		з головного пагону	з бічних пагонів
1	2	3	4	5	6	7	8
15.08	без препарату	2,59	1,32	1,27	51,8	26,4	25,4
	Хелафіт, 2-3 листя	2,35	1,20	1,15	61,1	21,2	29,9
	Хелафіт, бутонізація	2,41	1,23	1,18	65,1	39,3	25,8
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	2,50	1,28	1,22	67,5	39,7	27,8

1	2	3	4	5	6	7	8
05.09	без препарату	2,84	1,70	1,14	62,5	37,5	25,0
	Хелафіт, 2-3 листя	2,78	1,67	1,11	75,1	45,1	30,0
	Хелафіт, бутонізація	3,08	1,85	1,23	83,2	49,9	33,3
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	3,27	1,96	1,33	88,3	53,0	35,3
25.09	без препарату	4,41	3,40	1,01	79,4	61,1	18,3
	Хелафіт, 2-3 листя	3,64	2,80	0,84	87,4	67,3	20,1
	Хелафіт, бутонізація	3,82	2,94	0,92	91,7	70,6	21,1
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	4,22	3,25	0,97	109,7	77,5	32,2

З результатів досліджень встановлено, що у 2024 році пізній строк сівби за насінневою продуктивністю перевищив показники продуктивності в оптимальний строк на 19%. Встановлена перевага є достовірною і суттєво вищою за помилку досліду. Решта закономірностей практично повторює висновки, зроблені за результатами досліджень в 2023 році.

Умови 2024-2025 вегетаційного року за зволоженням і температурним режимом були надзвичайно строкатими з чергуванням як позитивних, так і негативних факторів. Відповідно і показники насінневої продуктивності істотно відрізнялась від даних досліду попередніх років (табл. 4.28).

Аналізуючи дані досліду за 2025 рік встановлено, що найгірші погодні умови для осіннього розвитку склались за сівби 15 серпня. Цей місяць характеризувався тривалим бездошовим періодом (13,0 мм опадів) з високим температурним режимом (середньодобова температура перевищувала 24⁰С). Тому густина травостою була мінімальною, що і обумовило доволі високий рівень індивідуальної насінневої продуктивності при скромних показниках загальної популятивної продуктивності.

Індивідуальна і популятивна продуктивність озимого ріпаку, 2025 р.

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Кількість насіння, тис.					
		на 1 рослину			на 1м ²		
		всього	у т.ч		всього	у т.ч	
			з головного пагону	з бічних пагонів		з головного пагону	з бічних пагонів
15.08	без препарату	4,51	2,31	2,20	96,0	45,4	45,6
	Хелафіт, 2-3 листя	4,12	2,10	2,02	98,1	50,0	48,1
	Хелафіт, бутонізація	4,12	2,20	1,90	98,1	50,1	48,0
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,10	2,21	1,89	107,2	55,0	52,2
05.09	без препарату	5,11	3,11	2,00	112,0	67,2	44,8
	Хелафіт, 2-3 листа	4,62	2,82	1,80	120,4	72,4	48,0
	Хелафіт, бутонізація	4,74	2,85	1,89	122,2	73,5	48,7
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,46	3,46	1,0	123,7	74,6	49,1
25.09	без препарату	4,52	2,71	1,81	90,5	6,94	21,1
	Хелафіт, 2-3 листа	3,78	2,24	1,54	93,5	72,3	21,2
	Хелафіт, бутонізація	3,96	2,30	1,66	105,4	81,2	24,2
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,33	2,61	1,72	120,6	92,1	28,5

На рослини ріпаку в 2025 році вплинув цілий комплекс як негативних, так і позитивних чинників. До позитивних можна віднести: вологий вересень (62 мм опадів); тепла тривала осінь (через позначку +5 °С температура пройшла 23 листопада); тепла безморозна зима (у середньому за грудень – лютий +5,7°С); достатня кількість опадів у травні (54мм). Щодо негативних факторів: надрання весна з раннім початком відновлення вегетації рослин (через позначку +5°

температура повітря пройшла 20 лютого); тривале квітневе похолодання із заморозками (до -5°C); сухий бездощовий квітень. Зазначені фактори формували комплекс стресових умов для розвитку рослин ріпаку, який тим не менше характеризувався доволі високим рівнем насінневої продуктивності (рис. 4.18).

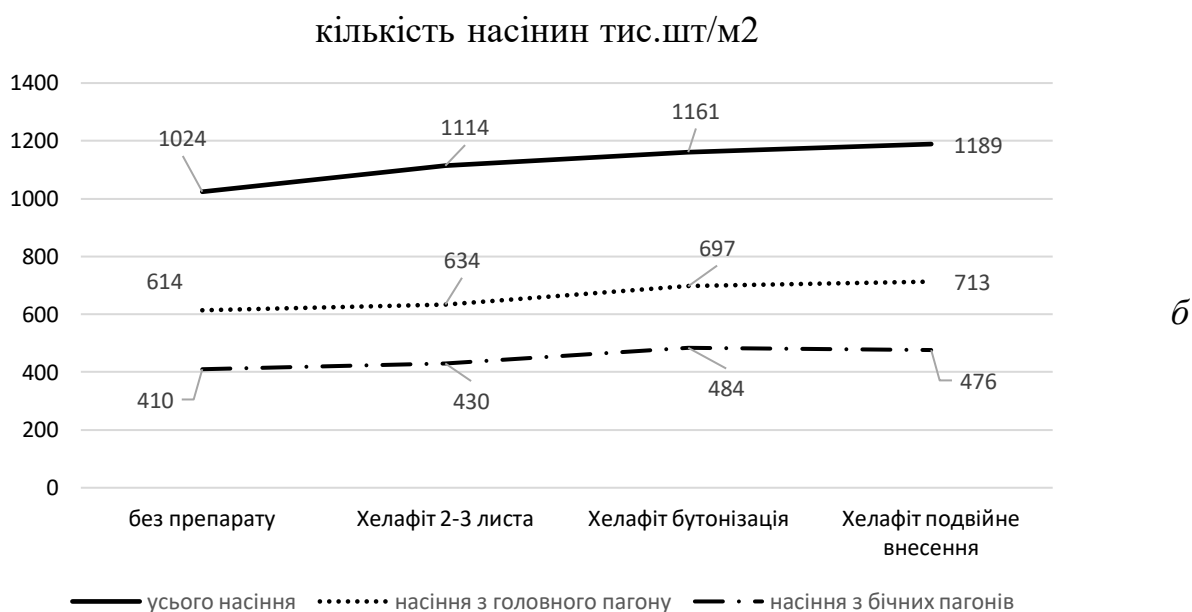
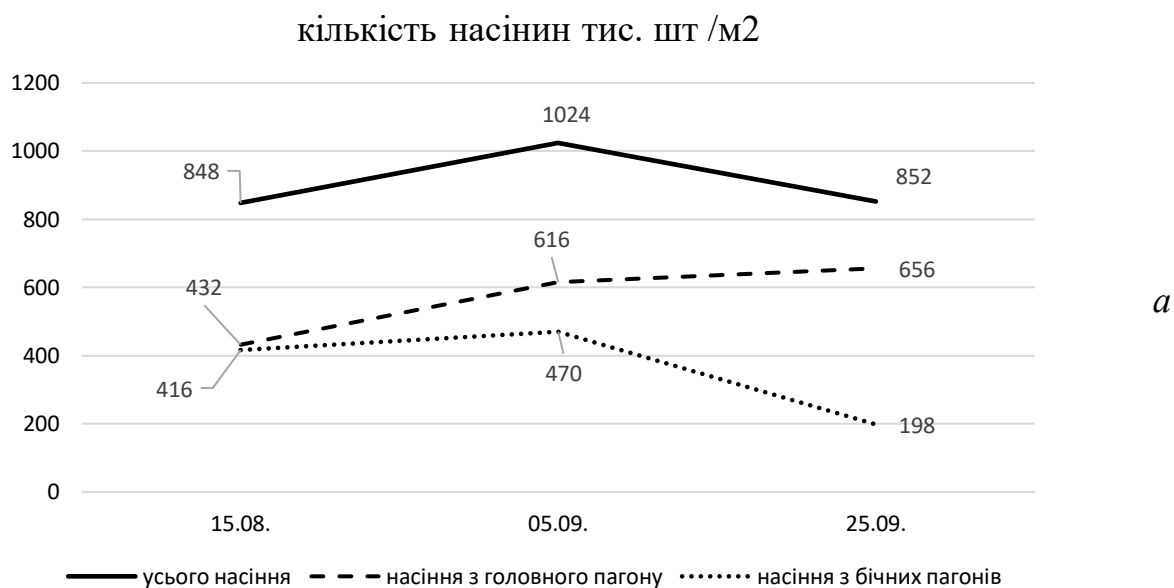


Рис. 4.18 Кількість насінин на рослинах озимого ріпаку залежно від різних строків сівби (а) та застосування рістстимулюючого препарату (б), тис. шт/м²

Наведені результати аналізу насінневої продуктивності у розрізі років дозволяють відстежити відмінності у відповідній специфічності щодо реакції агроценозів на конкретні умови. Але у середньому за 3 роки загальна тенденція виглядала аналогічно (Додаток П).

Якщо загальна закономірність стосовно впливу строків сівби і застосування рістрегулюючого препарату у разі середніх показників за 3 роки в основному повторюється, то перерозподіл одержаного насіння між головним і бічним пагонами більш рівномірний лише за раннього строку сівби, тоді як за оптимальних і пізніх строків простежується тенденція до суттєвого домінування головного пагону. Як і в окремі роки застосування Хелафіту призводило до зростання насінневої продуктивності пагонів усіх порядків, що утворюють стручки. Таким чином, застосовуючи рістстимулюючий препарат, можна повною мірою компенсувати недостатній габітус рослин пізнього строку сівби і посилити інтенсивність процесу плодоутворення, що можна вважати за агротехнологічну корекцію посівів, як мають слабкий розвиток під впливом низки несприятливих факторів життя в тому числі і пізніх строків сівби.

Висновки до підрозділу 4.4

Аналіз результатів досліджень і спостережень за рослинами під час утворення генеративних органів та їх математична обробка дали змогу сформулювати наступні висновки:

1. Система формування та розвитку генеративних органів озимого ріпаку суттєво відрізняється від інших польових культур високим рівнем компенсаторного механізму стосовно недостатньої густоти рослин на площі за рахунок росту їх індивідуальної продуктивності. Дослідженнями встановлено, що за оптимальної густоти кожна рослина утворює 70 – 80 стручків, а зрідження посіву до 30 рослин на 1 м² збільшує цей показник до 150 – 180, а якщо травостій налічує лише 20 рослин на 1 м², то кількість стручків зростає до 230 – 240 штук на 1 рослину.

2. Фаза бутонізації (початок утворення генеративних органів) у озимого ріпаку припадає на кінець першої – другої декади квітня, і триває 10 – 12 діб, після чого розпочинається фаза цвітіння. На кінець першої декади травня відзначається початок плодоутворення.

3. Максимальна кількість стручків (200 – 207 шт. на 1 рослину) утворюється на посівах раннього і оптимального строку, тоді як рослини пізнього строку поступаються за цим показником майже удвічі (118 – 123 стручків на 1 рослину).

4. Застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт за подвійного його внесення є ефективним засобом підвищення кількості стручків на рослинах усіх строків сівби (у варіанті раннього строку зростання становило 5,9%; оптимального – 6,4% та пізнього – 8,2%). Водночас, позакореневі обробки рослин цим препаратом призводили до зменшення кількості недорозвинених стручків (від 3 до 8 штук на рослину).

5. Основний урожай насіння утворюється на головному пагоні, причому різниця змінюється у відповідності до строків сівби. На долю головного пагону за раннього строку сівби припадає 51% утворених стручків, а за посіву в оптимальні та пізні строки – відповідно 60 і 77%.

6. Внесення рістстимулюючого препарату не тільки активує плодоутворення на рослинах усіх строків сівби, а й істотно підвищує насінневу продуктивність рослин озимого ріпаку (з 102 до 119 тис. насінин на 1 м²).

4.5 Урожайність ріпаку озимого залежно від строку сівби і застосування рістстимулюючого препарату

Урожайність зазвичай називають інтегруючим фактором. Позитивний вплив деяких окремих чинників не обов'язково буде мати адекватну позначку в кількості отриманого урожаю. Цей показник розглядають як сукупний результат, що має дві складові: кількість основної та побічної продукції. Залежно від напрямку використання може бути лише основна продукція, тому що побічна відсутня. Ріпак, який вирощується на зеленій корм, формує основною

продукцією – зелену кормову масу (без розподілу на основну і побічну). Ріпак, що вирощують з метою отримання насіння, формує окрім насіння (основного продукту) також солому, що є інколи побічним продуктом для тваринництва і як субстрат для вирощування грибів. Тому, в дослідженнях, хоча і визначено урожай соломи, проте за підрахунками економічних показників його не враховували.

Для збирання урожаю озимого ріпаку жнивarki зернових комбайнів додатково обладнуються спеціальними пристроями для збирання дрібнонасіньневих культур – «ріпаковим столом», за таких умов вдається суттєво знизити втрати при збиранні урожаю, але все одно їх рівень інколи залишається доволі високим і становить 9 – 12%. Це пов'язано, в першу чергу, із генетичними особливостями сорту чи гібриду, погодними умовами в передзбиральний період, ступенем захисту від шкідників і хвороб, тощо.

У попередньому розділі наведено детальний аналіз усіх складових урожаю – від кількості бутонів і квітів, до кількості насінин, сформованого як однією рослиною, так і у розрахунку на 1 м². Відповідно у цьому підрозділі рівень як індивідуальної, так і популятивної продуктивності наведено не у вигляді потенційних (розрахункових) можливостей, а за умов фактичного збору. Маючи потенційні і реальні показники продуктивності, можна буде обрахувати розмір втрат та ступінь реалізації потенціалу.

4.5.1 Індивідуальна продуктивність рослин озимого ріпаку

Кількість генеративних органів, що утворює одна рослина ріпаку, показує, що різниця між потенційною і фактичною урожайністю насіння має достатньо істотний діапазон (кількість бутонів на рослині перевищує кількість утворених повноцінних стручків залежно від строку сівби на 20 – 40%, і т.ін.). В подальшому зазначена закономірність зберігається, хоча з наближенням фази повної стиглості різниця між потенційною і фактичною урожайністю стає значно меншою. Дані проведеного аналізу між рівнями потенційної і фактичної урожайності окремих рослин наведено в таблиці 4.29).

**Індивідуальна урожайність рослин ріпаку озимого залежно від строку
сівби і препарату, г/рослин**

Строк сівби	Фаза внесення препарату	2023 р.		2024 р.		2025 р.	
		потенційна	фактична	потенційна	фактична	потенційна	фактична
15.08	без препарату	21,4	16,9	13,4	9,4	17,7	15,1
	Хелафіт, 2-3 листа	22,5	16,2	13,7	8,5	19,2	13,0
	Хелафіт, бутонізація	23,7	12,8	13,9	8,7	18,9	9,7
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	24,4	12,3	14,4	9,1	19,2	9,3
05.09	без препарату	25,1	15,5	13,5	10,4	20,6	17,7
	Хелафіт, 2-3 листа	26,4	14,6	13,7	10,1	22,4	15,8
	Хелафіт, бутонізація	26,5	14,9	14,2	11,0	21,4	15,0
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	27,7	15,2	14,4	11,4	22,0	15,5
25.09	без препарату	14,4	10,1	13,4	12,0	20,0	15,5
	Хелафіт, 2-3 листа	14,4	10,0	13,6	10,6	18,5	14,0
	Хелафіт, бутонізація	15,0	9,8	13,9	10,9	19,4	13,8
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	15,3	10,0	14,3	12,0	19,0	14,7
НІР ₀₅ , Г		1,8	1,4	1,3	1,2	2,3	1,4

Якщо розглядати різницю між потенційною і фактичною продуктивністю рослин через призму строків сівби, то слід визначити, що найбільшого значення вона досягає за раннього строку сівби. Якщо поррахувати у середньому за три роки досліджень, то ці показники досягають рівня: за умов ранньої сівби різниця становила 55%, оптимального – 44% та пізнього – 34%. Спостереженнями встановлено, що росли пізнього строку сівби, хоч і поступаються за

морфологічними ознаками, проте за індивідуальною продуктивністю здатні конкурувати з рослинами раннього та оптимального строків сівби.

Внесення рістстимулюючого препарату виявилось неефективним засобом підвищення потенціалу продуктивності ріпаку. У варіантах із внесенням Хелафіту спостерігався зворотній процес, тобто під впливом препарату індивідуальна потенційна урожайність зростала більш суттєво, ніж фактична. У середньому за роки досліджень різниця у контрольному варіанті (без застосування препарату) між потенційною і фактичною продуктивністю становила 29%, а при подвійному внесенні Хелафіту вона досягала 54%. Тому і коефіцієнт корисної дії препарату міг бути значно вищий, якби закладений потенціал мав відповідні умови для реалізації. Відношення потенційної і фактичної індивідуальної урожайності рослин ріпаку озимого залежно від досліджуваних факторів наведено на рисунку 4.19.

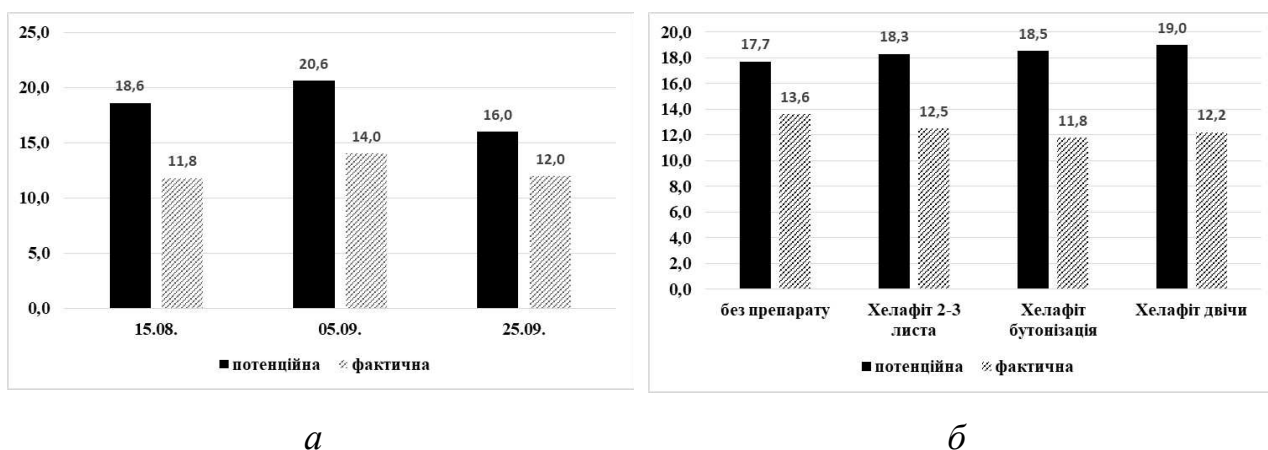


Рис. 4.19 Формування потенційної та фактичної індивідуальної урожайності залежно від різних строків сівби (а) та застосування рістстимулюючого препарату (б), г/росл.

Результатами польового дослідження встановлено позитивний вплив обробіток рослин рістстимулюючим препаратом, який сприяв підвищенню на 7,3% потенційної та на 15,2% зменшенню фактичної індивідуальної урожайності рослин озимого ріпаку. Встановлена тенденція стане базисним принципом визначення оптимальної фази та кратності проведення обробіток рослин озимого ріпаку стимулятором росту.

4.5.2 Популятивна продуктивність ріпаку озимого

Популятивна продуктивність – це результат індивідуальної продуктивності рослини помножений на кількість рослин, що вегетують на одиниці площі. Саме тому індивідуальна продуктивність може бути індикатором урожайності лише за умов співставлення із реальною густотою рослин. В рослинництві не бажано створювати умови для досягнення максимальної продуктивності однієї рослини за рахунок збільшення площі живлення, як і неадекватне збільшення густоти рослин з відповідною втратою їх індивідуальної продуктивності. У такому випадку популятивна продуктивність стає об'єктивним показником ефективності агротехнології. Результатами польового дослідження встановлено, що максимального урожаю насіння досягнуто в перший рік, коли наявність вологи в ґрунті у посівний період дала можливість одержати максимальну густоту рослин (від 250 до 360 тис./га). Дані, що характеризують урожайність озимого ріпаку у 2023 році, наведені у таблиці 4.30.

Таблиця 4.30

Урожайність озимого ріпаку у 2023 р., т/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожай		% до оптим. строку без препарату	Співвідношення насіння / солома
		насіння	соломи		
1	2	3	4	5	6
15.08	без препарату	3,74	5,05	80,9	1:1,35
	Хелафіт, 2-3 листа	3,80	5,13	82,2	1:1,35
	Хелафіт, бутонізація	3,91	5,24	84,6	1:1,34
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,02	5,43	87,0	1:1,35

1	2	3	4	5	6
05.09	без препарату	4,62	4,94	100,0	1:1,07
	Хелафіт, 2-3 листа	4,80	5,14	103,9	1:1,07
	Хелафіт, бутонізація	4,86	5,20	105,2	1:1,07
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	5,00	5,30	108,2	1:1,06
25.09	без препарату	2,94	3,09	63,6	1:1,05
	Хелафіт, 2-3 листа	3,18	3,38	68,8	1:1,06
	Хелафіт, бутонізація	3,31	3,41	71,6	1:1,03
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,55	3,41	76,8	1:0,98
НІР _{05,Т}		0,18	0,36	-	-

Погодні умови 2023 року можна визначити як типові для зони Степу і його віднести до сприятливих. Тому у цьому році максимальних показників рівня урожайності досягнуто у варіантах сівби 5 вересня. У порівнянні з раннім цей строк забезпечив перевагу 23%, а з пізнім – 57%.

Такі суттєві переваги оптимального строку сівби свідчать про доцільність дотримання зазначеного строку. Але, за результатами інших років, такий висновок явно передчасний і потребує корегувань у роки з іншими умовами. Зокрема у 2023-2024 рік, коли впродовж всього посівного періоду відчувався гострий дефіцит вологозабезпечення, результати мають зовсім інший вираз (табл. 4.31).

Результатами досліджень встановлено, що рослини отримані за посіву в ранішній строк характеризувалися істотним зменшенням продуктивності, а варіанти з оптимальним та пізнім строком сівби – формували практично однаковий рівень урожаю насіння озимого ріпаку. Відповідно, за таких умов перевагу можна віддати саме варіанту з пізнім строком сівби.

Урожайність озимого ріпаку в 2024 р., т/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожайність		% до оптим. строку без препарату	Співвідношення насіння / солома
		насіння	соломи		
15.08	без препарату	1,96	2,35	92,0	1:1,20
	Хелафіт, 2-3 листа	2,07	2,44	97,2	1:1,18
	Хелафіт, бутонізація	2,19	2,58	107,8	1:1,18
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	2,30	2,69	108,0	1:1,17
05.09	без препарату	2,13	2,32	100,0	1:1,09
	Хелафіт, 2-3 листа	2,60	2,78	122,1	1:1,07
	Хелафіт, бутонізація	2,84	3,04	133,3	1:1,07
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,00	3,21	140,8	1:1,07
25.09	без препарату	2,10	2,12	98,6	1:1,01
	Хелафіт, 2-3 листа	2,40	2,38	112,7	1:0,99
	Хелафіт, бутонізація	2,53	2,50	118,8	1:0,99
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,17	3,14	148,8	1:0,99
НІР ₀₅ , т		0,24	0,31	-	-

Рослини, які отримані з пізніх посівів у поєднанні з внесенням рістстимулюючого препарату Хелафіт, формували в цілому по досліді найбільш високий рівень продуктивності. Результатами спостережень встановлено, що за умов пізньої сівби спостерігається найнижчий рівень співвідношення насіння / солома. З точки зору виносу поживних речовин з ґрунту на формування одиниці продукції – це також позитивне явище, оскільки на формування соломи витрачається мінімальна кількість поживних речовин.

Безумовною перевагою посівів пізнього строку сівби є рівень ефективності внесення рістстимулюючого препарату Хелафіт, який у цьому році становив 50,9%, тоді як за посіву в оптимальний строк ця перевага становила 40,8%, а на ранньому – лише 17,3% порівняно з контрольним варіантом. Саме на підставі даних цього року можна остаточно зробити висновок про доцільність у деяких випадках застосувати пізній строк сівби, маючи на увазі можливість корекції стану рослин за рахунок внесення рістрегулюючих препаратів. Такий підхід не є спробою запропонувати нові строки сівби, а є лише можливістю і доцільністю продовжити у часі посівний період озимого ріпаку у зв'язку із відсутністю вологи в посівному шарі ґрунту на момент початку оптимальних термінів.

За даними метеоспостережень встановлено, що 2024 – 2025 вегетаційний рік озимого ріпаку мав значну кількість особливостей як позитивного, так і негативного характеру. Його можна вважати помірносприятливим для вегетації озимого ріпаку, про що свідчить і урожайність (табл. 4.32)

Таблиця 4.32

Урожайність озимого ріпаку в 2025р., т/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожайність		% до оптим. строку без препарату	Співвідношення насіння / солома
		насіння	соломи		
1	2	3	4	5	6
15.08	без препарату	2,92	3,80	77,7	1:1,30
	Хелафіт, 2-3 листа	3,01	3,82	80,0	1:1,27
	Хелафіт, бутонізація	3,14	3,99	83,5	1:1,27
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,32	4,18	88,3	1:1,26

1	2	3	4	5	6
05.09	без препарату	3,76	4,29	100,0	1:1,14
	Хелафіт, 2-3 листа	4,00	4,48	106,4	1:1,12
	Хелафіт, бутонізація	4,02	4,50	106,9	1:1,12
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,24	4,75	112,8	1:1,12
25.09	без препарату	3,05	3,20	81,1	1:1,05
	Хелафіт, 2-3 листа	3,34	3,47	88,8	1:1,04
	Хелафіт, бутонізація	3,54	3,65	94,1	1:1,03
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,02	4,10	106,9	1:1,02
НІР _{05,Т}		0,26	0,34	-	-

Аналізуючи дані результатів досліджень встановлено, що за таких умов, найгірші результати з урожайності озимого ріпаку забезпечили варіанти сівби у серпні. Зазначений строк жодного разу не перевищив за продуктивністю рослини висіяні в оптимальний, а пізній лише у 2023 р, коли серпень відзначився рясними опадами. Якщо зробити розрахунок урожаю за середніми по усім рокам даними, то основні закономірності залишаються, хоча загальна картина проявляється не так яскраво (табл. 4.33).

У будь якому випадку ефективність застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт фіксується в істотних значеннях, виключаючи помилку досліду. У середньому за роки проведення досліджень прибавка від позакореневих обробіток рослин озимого ріпаку рістстимулюючим препаратом Хелафіт становила у варіантах раннього строку сівби – 11,8%; оптимального – 16,6% та пізнього – 31,1%.

Урожайність озимого ріпаку (середнє за 2023 – 2025 рр.), т/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожайність		% до оптим. строку без препарату	Співвідношення насіння / солома
		насіння	соломи		
15.08	без препарату	2,87	3,67	82,0	1:1,28
	Хелафіт, 2-3 листа	2,96	3,76	84,0	1:1,27
	Хелафіт, бутонізація	3,08	3,88	88,0	1:1,26
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,21	4,04	91,7	1:1,26
05.09	без препарату	3,50	3,85	100,0	1:1,10
	Хелафіт, 2-3 листа	3,80	4,14	108,7	1:1,09
	Хелафіт, бутонізація	3,91	4,26	111,7	1:1,09
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,08	4,40	116,6	1:1,08
25.09	без препарату	2,70	2,81	77,1	1:1,04
	Хелафіт, 2-3 листа	2,97	3,06	84,9	1:1,03
	Хелафіт, бутонізація	3,13	3,19	89,4	1:1,02
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,54	3,54	100,1	1:1,00
НІР _{05, т}		0,19	0,26	-	-

У технологічному циклі вирощування озимого ріпаку важливим елементом інтенсифікації технології вирощування є зменшення втрат при збиранні урожаю. Оцінку втрат при збиранні було проведено шляхом обчислення різниці між біологічною врожайністю з фактично зібраним насінням в бункер комбайну. Результати розрахунків втрат насіння при збиранні за роки проведення досліджень наведено в таблиці 4.34 та окремо по рокам (Додатки Р,С,Т).

Біологічна урожайність і розмір втрат при збиранні (середнє за 2023 – 2025 рр.), г/м²

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Рослини на 1м ²	Маса насіння з 1 рослини, г	Урожайність, г/м ²		Втрати	
				біологічна	фактична	г/м ²	%
15.08	без препарату	24	13,5	325	287	38	11,6
	Хелафіт, 2-3 листа	23	15,3	351	296	55	15,7
	Хелафіт, бутонізація	27	13,5	364	308	56	15,3
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	29	13,0	378	321	57	15,1
05.09	без препарату	25	14,8	371	350	21	5,7
	Хелафіт, 2-3 листа	30	13,7	407	380	27	6,6
	Хелафіт, бутонізація	29	14,7	425	391	34	8,0
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	30	14,8	444	408	36	8,1
25.09	без препарату	23	12,1	279	272	7	2,4
	Хелафіт, 2-3 листа	27	11,5	310	297	13	4,2
	Хелафіт, бутонізація	29	11,2	326	312	14	4,3
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	30	11,8	369	354	15	4,1
НІР ₀₅ , Г		-	-	2,33	2,11	-	-

Аналіз результатів проведених розрахунків показав, що розміри біологічної та фактичної урожайності суттєво коливаються залежно від чинників, що вивчались у досліді. Так, на фоні раннього строку сівби перевага біологічної урожайності становила 12-15%. У варіантах посіву в оптимальний строк ця різниця зменшувалась до 4-10%, а пізній – до 4-6%. Такий результат

обумовлений тим, що урожайна маса за раннього строку сівби була з більш високим вмістом соломи, а тому цей факт і спричинив зростання втрат під час збирання.

За такої ж причини спостерігається певне зростання втрат за рахунок застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт: максимальна різниця по втратах без препарату і з подвійним його внесенням становила 6,8%. І знову треба відзначити, що за пізнього строку сівби ця закономірність має найменше значення – всього 1,5%.

Даними досліджень встановлено, що маса насіння з 1 рослини напряду аж ніяк не впливає на рівень як біологічної, так і фактичної урожайності. Скоріше навпаки: урожайність є нижчою у разі зростання індивідуальної продуктивності. Встановлена закономірність діє лише в межах певного діапазону густот, що чітко простежується в умовах проведеного польового дослідження: посів озимого ріпаку у всіх варіантах проводили однією нормою висіву, а вже сформована різна густина рослин – це є результат впливу різних строків сівби і препарату.

Висновки до підрозділу 4.5

За результатом аналізу даних польового дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Урожайність озимого ріпаку варіює залежно від строків сівби та умов року в межах значного діапазону: від 1,96 т/га за раннього строку сівби у 2024 р. й до 5,00 т/га за оптимального строку у 2023 р.
2. Кращим строком сівби виявилась сівба 05 вересня, яка забезпечила в середньому прибавку у порівнянні з раннім строком 0,63 а з пізнім – 0,78 т/га.
3. Індивідуальна продуктивність має високий рівень залежності від густоти рослин і тому не в змозі слугувати показником, що є визначальним для популятивної продуктивності. Взагалі для одержання високого урожаю індивідуальна продуктивність повинна становити 14-15 г насіння на 1 рослину.

4. Застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт двічі за вегетацію дозволяє досягти зростання урожаю за умов посіву в ранній строк – на 0,34, в оптимальний – на 0,58 і пізній – 0,82 т/га. Що дозволяє покращити показники продуктивності пізнього строку сівби до рівня, близького посіву в оптимальні терміни, а також покращити показники урожайності раннього – на 0,33 т/га.
5. Вивчені агрозаходи впливають на рівень втрат продукції при збиранні урожаю. Так, за раннього строку середні втрати становлять 14%, за оптимального – 7% та пізнього – 4%. Застосування Хелафіту у всіх варіантах призводило до збільшення втрат внаслідок підвищення урожаю біомаси.

4.6 Кореляційний аналіз між показниками розвитку рослин і урожайністю озимого ріпаку залежно від різних умов вирощування

У наукових дослідженнях, зокрема і у рослинництві великий і сталий інтерес викликає пошук зав'язків між різноманітними показниками і визначення їх рівня. Відомо, що в природі зв'язки мають високий рівень багатопорядності і тому ніколи повної реалізації геометричної прогресії не набуває, відповідно часто можна спостерігати наближення зав'язків до геометричної прогресії і тому такі зв'язки називають корелюційними. Для визначення напряму і рівня зав'язків розраховують коефіцієнт кореляції. Якщо цей коефіцієнт буде мати позитивне значення, то це прямий пропорційний зв'язок, а якщо негативне – зворотній зв'язок. Залежно від величини коефіцієнту кореляції прийнято розподіл рівня зв'язку на 5 категорій:

1. Сильний – коефіцієнт кореляції більше 0,7
2. Середній – коефіцієнт кореляції від 0,5 до 0,7
3. Помірний – коефіцієнт кореляції від 0,3 до 0,5
4. Слабий – коефіцієнт кореляції від 0,2 до 0,3
5. Дуже слабкий – коефіцієнт кореляції менше 0,2

В нашому досліді визначалось багато показників, що характеризують стан рослин і це різноманіття дає багато зав'язків різного рівня і напряму. В основному нас цікавили показники, що впливають на рівень урожайності.

Помилку коефіцієнта кореляції розраховували за формулою:

$$m_r = \sqrt{(1-r_{xy}^2) / (N - 2)}, \text{ де}$$

m_r – помилка коефіцієнту кореляції;

r – коефіцієнт кореляції;

N – кількість порівнювальних пар величин;

Результати цих розрахунків наведено в таблиці 4.35.

Таблиця 4.35

Рівень кореляційних зав'язків між різними показниками росту, розвитку рослин та урожайністю основної продукції (середнє за 2023 – 2025рр.)

Показники розвитку рослин і посіву	Коефіцієнт кореляції, r_{xy}	Помилка коефіцієнта кореляції, m_r	Оцінка ступеня зв'язку
Площа листя	0,46	0,14	Помірний
Фотосинтетичний потенціал	0,56	0,17	Середній
Суша надземна біомаса	0,63	0,24	Середній
Кількість квіток на рослині	0,38	0,24	Помірний
Кількість стручків на рослині	0,49	0,19	Помірний
Кількість насіння з рослин	0,71	0,21	Сильний
Маса соломи	0,64	0,26	Середній
Маса 1000 насінин	0,64	0,19	Середній

Результатами розрахунків встановлено, що сильний позитивний зав'язок визначено лише в одній парі ознак: кількість насінин на рослині та урожайність основної продукції. Решта пар за результатами кореляційного аналізу мають або середній, або помірний зв'язок. За таких помилок тільки три пари ознак можна вважати за наявність достовірного математичного істотного зв'язку, а саме:

площа листя і урожай насіння (помірний рівень); фотосинтетичний потенціал і урожай насіння (при середньому рівні зв'язку); кількість насінин з рослин і урожай основної продукції (з сильним позитивним рівнем).

Аналізуючи результати розрахунків, можна зробити висновок, що усі ознаки можуть мати різний рівень зв'язку залежно від інших чинників. Наприклад, кількість стручків на рослині буде визначальним показником високої урожайності, якщо цей зв'язок обчислюється в межах однієї густоти травостою. Якщо густота різна, то можна спостерігати не лише послаблення сили зв'язку, але й констатувати зміну напряму з прямого на зворотній. Таким чином уся система кореляційних зв'язків може мати силу лише у випадку абсолютної ідентичності інших умов. Таким чином необхідно зазначити, що показники стану рослин і посівів в цілому не забезпечують надійної оцінки рівня урожайності. Лише кількість насінин сформованих на 1 рослині має високий позитивний зв'язок з рівнем урожайності, хоча за суттєвої зміни густоти і цей показник зазнає істотного діапазону коливань.

Висновки до підрозділу 4.6

Проведені розрахунки доводять, що усі ознаки мають помірний або середній рівень зв'язку із формуванням урожаю. Лише кількість насіння з однієї рослини має високий позитивний зв'язок, але за суттєвої зміни густоти рослин, цей показник може давати низький рівень зв'язку.

4.7 Якість товарної і насінневої продукції озимого ріпаку

Виробництво будь-якої сільськогосподарської продукції завжди має дві сторони оцінки: кількісну (досягнутий рівень урожайності) і якісну (відповідність продукції вимогам ДСТУ і можливості використання в якості насіннєвого матеріалу). Ріпакове насіння – це сировина для виробництва рослинної олії. Тому головним показником якості цієї сировини буде вміст жиру. Навіть різниця в 1% по вмісту жиру суттєво впливає на кінцевий результат.

Наприклад, за урожаю насіння 3 т/га при вмісті жиру 42% вихід олії (умовно) становитиме 1260 кг, а за вмісту 43% цей показник зростає до 1290, тобто на 30 кг/га, а на всю посівну площу України (1 млн га) – 30 тис. тон. А у виробництві під впливом технологій вирощування та сортогібридних особливостей різниця по вмісту жиру може досягати до 4%.

Вміст жиру у насінні – це кількісна ознака якості ріпакової сировини. Але ж є показник, який може кардинально змінити якість одержаної олії – це вміст ерукової кислоти. Формула ерукової кислоти $C_{21}H_{41}COOH$ свідчить про те, що ця жирна кислота відноситься до групи мононасичених і зростання її вмісту більш ніж 5% робить ріпакову олію непридатною до вживання в їжу. Природньо ріпак містить до 40% ерукової кислоти, але сучасна селекція досягла того, що створили сорти і гібриди, які майже не містять цю сполуку. Реально такі сортотипи містять 0,2 – 0,5% ерукової кислоти. Ще одним елементом якості ріпакової сировини є глюкозинолати, що присутні в усіх капустяних і вони різко погіршують якість побічної продукції при виробництві олії – шроту. Глюкозинолати можуть надавати такий гострий присмак шроту (приклад – гірчиці), що тварини взагалі відмовляються поїдати такий шрот.

Вітчизняні стандарти передбачають, що вміст ерукової кислоти в ріпаковій олії не повинен перевищувати 2%, а у шроті вміст глюкозинолатів має бути не вищим, ніж 25 мкмоль/г. Для виробництва біодизелю вміст ерукової кислоти не має значення. Оскільки шрот завжди використовується як білкова добавка до кормів, то вміст глюкозинолатів нормується незалежно від напряму використання. Сучасні сортотипи ріпаку, які мають генетично детермінований вміст ерукової кислоти і глюкозинолатів нарівні стандарту, одержали назву «двонульові», а з низьким рівнем лише ерукової кислоти - «однонульові».

В дослідженні використовувався двонульовий гібрид озимого ріпаку, який на генетичному рівні має обмежений вміст цих сполук. Але залежно від умов року і технологічних заходів вміст ерукової кислоти і глюкозинолатів може коливатись у широкому діапазоні. Результатами лабораторних досліджень встановлено, що вміст жиру в насінні озимого ріпаку має суттєві коливання залежно від строків сівби і застосування препарату Хелафіт (табл. 4.36).

**Вміст жиру в насінні озимого ріпаку залежно від різних умов
вирощування, %**

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Рік			Середнє за 3 роки
		2023	2024	2025	
15.08	без препарату	41,8	43,1	42,1	42,3
	Хелафіт, 2-3 листа	42,2	43,1	42,4	42,6
	Хелафіт, бутонізація	42,5	43,8	42,7	43,0
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	42,8	13,9	42,9	43,2
05.09	без препарату	42,2	44,2	43,0	43,1
	Хелафіт, 2-3 листа	42,6	44,3	43,4	43,4
	Хелафіт, бутонізація	42,8	44,6	43,4	43,6
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	43,1	44,8	43,6	43,8
25.09	без препарату	44,0	45,0	44,7	44,6
	Хелафіт, 2-3 листа	44,0	45,2	44,9	44,7
	Хелафіт, бутонізація	44,4	45,2	44,9	44,7
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	44,6	45,4	45,1	45,0
НІР ₀₅ , %		0,28	0,23	0,31	-

Результатами досліджень доведено, що рівень урожаю насіння і його олійність мають обернений зв'язок: чим вище урожай, тим нижче вміст жиру. В усіх варіантах посіви раннього строку сівби поступалися за вмістом жиру рослинам, посіяним в оптимальний та пізній строки. Аналізуючи дані таблиці 4.36 встановлено, що максимальна різниця за вмістом жиру в насінні фіксувалася на користь пізнього строку впродовж років досліджень і становила у 2023 р. – 2,8%; 2024 р. – 2,3%; 2025 р. – 2,7%.

Щодо внесення рістстимулюючого препарату Хелафіт виявлено: у варіантах де відбувалася обробка рослин озимого ріпаку зазначеним препаратом, вміст олії в насінні мав тенденцію до зростання. В середньому за роки

досліджень цей препарат сприяв підвищенню вмісту жиру в насінні від 0,7 (у варіантах сівби в оптимальний строк) до 1,2% - за пізнього строку.

В таблиці 4.37 наведено результати розрахунків фактичного вмісту жиру в насінні з урахуванням різного рівня урожайності під впливом різних строків сівби і внесення рістстимулюючого препарату Хелафіт.

Таблиця 4.37

Вміст жиру (%) в насінні озимого ріпаку та вихід олії (кг/га) залежно від різних умов вирощування, (середнє за 2023 – 2025 рр.)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожай насіння, кг/га	Вміст жиру, %	Вихід олії, кг/га
15.08	без препарату	2870	42,3	1129
	Хелафіт, 2-3 листа	2960	42,6	1261
	Хелафіт, бутонізація	3080	43,0	1324
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3210	43,2	1387
05.09	без препарату	3500	43,1	1508
	Хелафіт, 2-3 листа	3800	43,4	1649
	Хелафіт, бутонізація	3910	43,6	1713
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4080	43,8	1787
25.09	без препарату	2720	44,6	1213
	Хелафіт, 2-3 листа	2970	44,7	1328
	Хелафіт, бутонізація	3120	44,7	1395
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3540	45,0	1593

Аналізом результатів досліджень, наведених в таблиці 4,37 доведено, що суттєву перевагу за виходом жиру з 1 га мали рослини висіяні у варіантах оптимального строку сівби. Проте, посіви пізнього строку мають істотну перевагу над варіантами посіву у ранній строк, особливо при застосуванні рістстимулюючого препарату Хелафіт. Якщо на контролі (без внесення препарату) збір олії у варіантах раннього строку сівби був на одному рівні з

пізнім, то при подвійному внесенні препарату перевага пізнього строку досягала 206 кг/га. Такий значний рівень переваги дає підстави для визначення пізнього строку сівби як позитивного у порівнянні з раннім за умови внесення стимуляторів росту рослин.

Важливим елементом якості товарної продукції, як було зазначено вище є вміст ерукової кислоти. Результати аналізів на вміст ерукової кислоти наведені у таблиці 4.38.

Таблиця 4.38

Вміст ерукової кислоти в ріпакової олії, % (омега – 8) залежно від різних умов вирощування

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Рік			Середнє за 3 роки
		2023	2024	2025	
15.08	без препарату	0,86	1,48	0,92	1,09
	Хелафіт, 2-3 листа	2,12	2,74	2,10	2,32
	Хелафіт, бутонізація	2,10	2,88	2,12	2,37
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	2,20	3,02	2,31	2,51
05.09	без препарату	0,94	2,02	1,02	1,33
	Хелафіт, 2-3 листа	1,98	2,64	1,96	2,19
	Хелафіт, бутонізація	2,08	3,04	2,13	2,42
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	2,14	3,06	2,17	2,46
25.09	без препарату	1,36	2,64	1,68	1,89
	Хелафіт, 2-3 листа	1,92	3,02	1,98	2,31
	Хелафіт, бутонізація	2,40	3,40	2,54	2,78
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	2,54	3,64	2,62	2,93
НІР ₀₅ , %		0,24	0,31	0,26	-

Аналізом результатів досліджень, наведених в таблиці 4.38 встановлено, що строк сівби виступає певним регулятором вмісту ерукової кислоти в рослинній олії. У варіантах сівби в ранній строк рослини формують насіння, олія з якого містить менше цієї речовини, а пізній – більше. Це, безумовно, негативне

явище, але розмір зростання вмісту ерукової кислоти такий, що залишає продукцію у групі стандарту, хоча різниця є суттєвою.

Застосування препарату Хелафіт в усіх варіантах сприяло зростанню вмісту ерукової кислоти, але знову ж таки значення залишалось на рівні, який визначило стандартом як допустимий.

Безумовно, цікавою є залежність досліджуваних факторів і вмісту глюкозинолатів у широті, що використовується в якості кормової білкової добавки. Для визначення вмісту глюкозинолатів використовували референтний метод аналізу з рідинною хроматографією. Зазвичай, сучасні двонульові сорти і гібриди озимого ріпаку мають вміст глюкозинолатів в межах 18 – 25 мкмоль. Але під впливом умов вирощування та особливостей сортотипів вміст глюкозинолатів може мати суттєві коливання. Дослідженнями передбачалося щорічне встановлення вмісту глюкозинолатів в насінні озимого ріпаку, результати наведено в таблиці 4.39.

Таблиця 4.39

Вміст глюкозинолатів у насінні озимого ріпаку залежно від різних умов вирощування, мкмоль/г насіння

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Рік			Середній за 3 роки
		2023	2024	2025	
1	2	3	4	5	6
15.08	без препарату	13,7	18,7	15,1	15,8
	Хелафіт, 2-3 листа	13,5	18,3	15,1	15,6
	Хелафіт, бутонізація	13,2	18,3	14,8	15,4
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	13,0	18,0	14,5	15,2
05.09	без препарату	13,9	19,1	15,7	16,2
	Хелафіт, 2-3 листа	13,7	18,8	15,7	16,1
	Хелафіт, бутонізація	13,5	18,7	15,5	15,9
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	13,5	18,5	15,3	15,8

1	2	3	4	5	6
25.09	без препарату	15,0	19,3	16,8	17,0
	Хелафіт, 2-3 листа	14,7	19,1	16,4	16,7
	Хелафіт, бутонізація	14,6	19,0	16,2	16,6
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	14,4	18,8	16,0	16,4
НІР ₀₅ , мкмоль/г		1,7	1,2	0,7	-

З даних результатів досліджень, наведених в таблиці 4.39 встановлено, що у посушливому 2024 р. спостерігалось максимальне нагромадження глюкозинолатів: на 5% більше, ніж у 2023 році і на 3% більше, ніж у 2025 р., решта відмінностей знаходилися в межах помилки досліду. В цілому за ознакою вмісту глюкозинолатів одержана продукція цілком відповідала вимогам стандарту. Відповідно аналізу можна зробити висновок, що товарна продукція озимого ріпаку, хоч і мала зміни за якісними показниками під впливом строків сівби і внесеного препарату, але залишалася у відповідності до встановленого державному стандарту.

Гібриди озимого ріпаку, які вирощують для отримання насіння, використовують переважно лише у першому поколінні. Але, озимий ріпак у зв'язку з особливостями запилення має невисокий рівень гетерозису, порівняно з іншими перехреснозапильними культурами (соняшник, кукурудза). Тому виробники доволі часто використовують для сівби насіння F₂, яке за урожайними властивостями майже не поступається F₁. Тому, доречним було проведення аналізу на показники посівних якостей, аби на випадок такого використання мати аргументовані підстави для можливості і доцільності такого використання.

Дослідженнями передбачалося проведення аналізу насіння на крупність і однородність. Результати лабораторних досліджень з визначення маси 1000 насінин наведено у таблиці 4.40

Маса 1000 насінин озимого ріпаку залежно від строків сівби та застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт, г

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Рік			Середня за 3 роки
		2023	2024	2025	
15.08	без препарату	3,58	3,70	3,23	3,50
	Хелафіт, 2-3 листа	3,57	3,68	3,25	3,50
	Хелафіт, бутонізація	3,56	3,68	3,27	3,50
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,57	3,68	3,29	3,51
05.09	без препарату	3,74	3,88	3,40	3,67
	Хелафіт, 2-3 листа	3,80	3,87	3,41	3,69
	Хелафіт, бутонізація	3,80	3,86	3,41	3,69
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,80	3,85	3,45	3,70
25.09	без препарату	3,91	4,03	3,46	3,80
	Хелафіт, 2-3 листа	3,92	4,01	3,48	3,80
	Хелафіт, бутонізація	3,91	3,99	3,50	3,80
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,92	3,95	3,50	3,79
НІР ₀₅ , г		0,31	0,21	0,24	-

Аналізом даних, наведених в таблиці 4.40 виявлено позитивний вплив гірших погодних умов на крупність насіння. Тобто у 2024 р., коли одержано мінімальний урожай, насіння мало максимальну масу 1000 насінин. На кшталт цього, і пізній строк сівби сприяв формуванню більш крупного насіння. Істотного впливу обробіток рослин рістстимулюючим препаратом на крупність насіння не встановлено, існуючі відмінності були в межах похибки дослідів.

З точки зору формування більш якісного насіння важливішим виявився інший показник – фракційний склад насіння. Дослідженнями було виділено 5 фракцій: 1 ≤ 2,0 г; 2 – 2,0-3,0 г; 3 – 2,5-3,5 г; 4 – 3,0-3,5 г; 5 ≥ 3,5 г. На наведеному нижче рисунку 4.20 наглядно представлено особливості формування фракційного складу насіння залежно від строку сівби.

Особливістю пізнього строку сівби є відсутність дрібної фракції з масою 1000 насінин до 2,0 г. Водночас, на долю третьої і четвертої фракцій (з масою 1000 насінин 2,5-3,5 г) припадає 76%, тоді як за раннього і оптимального строків посіву цей показник становив лише 68%. Проте, найбільша кількість (12%) насіння найкрупнішої 5 фракції (з масою 1000 насінин понад 3,5 г) було сформовано за умов раннього строку сівби.

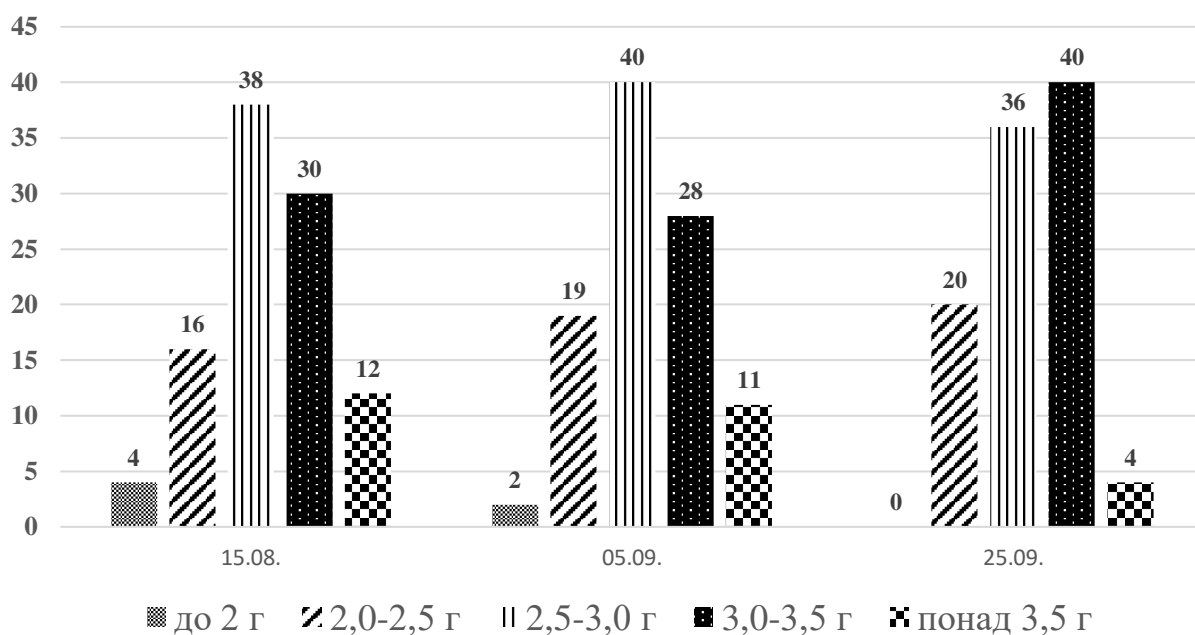


Рис. 4.20 Формування фракційного складу насіння під впливом різних строків сівби (середнє за роками досліджень), %

Аналізуючи встановлену залежність можна зробити висновок, що строки сівби впливають на формування різноякісного насіння і, як наслідок, одержання неоднорідного за фракційним складом насіння за сівби у ранній та оптимальний строк. Саме цей факт мав вирішальне значення для посівних якостей насіння, зокрема показників енергії проростання та схожості.

У озимого ріпаку, за його біологічними особливостями, насіння має високий рівень неоднорідності тому, що на гілках різних порядків плоди і насіння утворюються у різні строки та їх формування за умовами істотно різняться з тим насінням, що утворились на головному пагоні. Частина насіння

під час збирання урожаю може залишатися недорозвиненим, відповідно за показниками схожості та енергії проростання воно не відповідає стандарту за якістю. Дані лабораторного аналізу щодо залежності якісних показників від строків сівби і рістстимулюючого препарату наведено в таблиці 4.41.

Таблиця 4.41

Енергія проростання та схожість насіння залежно від строку сівби і застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт, %

Строк сівби	Фаза внесення препарату	2023 р.		2024 р.		2025 р.		Середнє	
		енергія проростання	схожість	енергія проростання	схожість	енергія проростання	схожість	енергія проростання	схожість
15.08	без препарату	76	80	81	85	69	79	75	81
	Хелафіт, 2-3 листа	76	82	82	85	71	80	76	82
	Хелафіт, бутонізація	75	82	82	87	72	81	76	83
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	75	83	82	87	72	81	76	84
05.09	без препарату	78	86	82	89	70	80	77	86
	Хелафіт, 2-3 листа	77	87	82	89	72	81	77	86
	Хелафіт, бутонізація	77	87	83	91	72	81	77	86
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	78	88	84	92	73	81	78	87
25.09	без препарату	82	90	84	93	75	83	80	88
	Хелафіт, 2-3 листа	84	90	84	93	76	84	81	89
	Хелафіт, бутонізація	84	91	85	94	77	84	82	90
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	85	92	86	94	77	85	83	90
НІР ₀₅ , %		3,4	3,2	2,4	2,8	2,6	3,0	-	-

Аналізуючи дані лабораторних досліджень встановлено, що у озимого ріпаку різниця між енергією проростання та схожістю має значний інтервал, який за весь час спостережень коливався в межах 4-11%. Це при тому, що

більшість зернових культур має діапазон коливань в межах 3-5%. Встановлений факт свідчить про те, що насіння озимого ріпаку в польових умовах має значно меншу схожість, ніж у лабораторних, оскільки з тих 4-11% сходів може бути не більше 2-4%, або їх не буде зовсім.

Щодо впливу різних строків сівби на схожість насіння необхідно відзначити перевагу пізнього строку над оптимальним та раннім. Якщо проаналізувати результати польового дослідження в середньому за 3 роки то виявлено, що схожість насіння пізнього строку сівби становила 89,3%, а раннього 82,5%, або на 6,8% вище. Показники енергії проростання демонстрували перевагу над раннім строком (вище на 6%). Цей факт дає можливість рекомендувати для використання на насіння сівбу у строки дещо пізніше оптимальних. За таких умов відбуватиметься дещо зниження в урожайності, але посівна якість насіння покращиться (рівень посівних якостей і урожайних властивостей при вирощуванні в жорстких умовах завжди підвищується).

Застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт також мало позитивний вплив на енергію проростання та схожість, але рівень цього впливу був несуттєвий і лише у 2025 р. у варіантах раннього і оптимального строків сівби було зафіксовано математично достовірне зростання цих показників. Тобто можна впевнено стверджувати, що застосування Хелафіту принаймні не має негативного впливу на посівні якості насіння.

Висновки до підрозділу 4.7

Вивчені програмні питання дають змогу сформулювати висновки, що різні строки сівби і застосування стимулятора росту несуть позитивний вплив на формування якості одержаної продукції, а саме:

1. Більш пізні строки сівби сприяють зростанню вмісту жиру в насінні на 1,5-2,3%, і таке зростання відповідно математичного аналізу можна кваліфікувати як істотне. Застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт також є ефективним засобом підвищення вмісту жиру. Щоправда,

ступінь позитивного впливу Хелафіту є меншою порівняно із пізнім строком сівби, але у більшості випадків він перевищує показник найменшої істотної різниці.

2. Застосування пізнього строку сівби озимого ріпаку обумовлює зростання вмісту ерукової кислоти і глюкозинолатів у товарній продукції. Це зростання досягає до 0,89% по еруковій кислоті і до 1,2 мкмоль/г по вмісту глюкозинолатів. Але таке збільшення показників все ж таки залишає продукцію на рівні державного стандарту.
3. Рослини озимого ріпаку за більш сприятливих умов формували насіння з більшим рівнем однорідності фракційного складу. Тобто пізні строки сприяли одержанню більш крупного і гомогенного насіння. Застосування рістрегулюючого препарату Хелафіт в інтегральному значенні не впливає на крупність насіння.
4. Сівба ріпаку в пізній строк сприяла формуванню насіння озимого ріпаку з більш якісними показниками енергії проростання і схожості (енергія проростання підвищувалася на 6% у порівнянні з раннім строком і схожість – на 5%). Позакореневе внесення Хелафіту, хоч забезпечувало позитивний ефект у цьому відношенні, але рівень його впливу був неістотним.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИВЧЕНИХ ЗАХОДІВ

У більшості випадків зростання продуктивності рослин досягається за рахунок збільшення виробничих витрат. Тому, агротехнологічні дослідження повинні супроводжуватися економічним аналізом, метою якого є підтвердження або спростування доцільності того чи іншого заходу. Програмні питання зазначеного польового досліду є винятком і вони пов'язані зі зміною витрат у разі строків сівби на додаткові обробки ґрунту, а у разі застосування рістстимулюючого препарату – на його вартість та проведення технологічних операцій по його внесенню. Економічний аналізу полягав у співставленні розміру виробничих витрат на отримання продукції та її вартості.

Для цих розрахунків перш за все необхідно було зробити калькуляцію прямих виробничих витрат по вирощуванню культури. Для цього є декілька методів. Перший – це складання технологічної карти, в якій перелічуються усі агрозаходи і матеріальні ресурси, визначається склад агрегату і дата проведення, розраховуються потреби палива і коштів по кожному заходу. Перевагою цього методу є можливість визначення часу виділення фінансових траншів та побудови графіків витрат палива. Але його недоліками є значна неоднорідність вартості тих чи інших операцій по зонам і господарствам, яке може мати вирази, що відрізняються у 2 – 5 разів.

Інший метод передбачає калькуляцію витрат за їх видами. Окремо розраховується вартість усіх матеріальних ресурсів, окремо визначається розмір витрат на заробітну плату, загальногосподарські витрати, електроенергію, оренду приміщень і т.ін. Цей метод також має свої недоліки, які полягають перш за все у втраті деяких операцій, що важко передбачати у видах витрат. Зазначеним методом проводився економічний аналіз ефективності досліджуваних агрозаходів за ринковими цінами станом на кінець 2025 року. Результати розрахунків з калькуляції прямих виробничих витрат на вирощування озимого ріпаку наведено в таблиці 5.1.

Калькуляція прямих виробничих витрат на вирощування озимого ріпаку

Види витрат	Назва витрат	Доза на 1 га	Вартість	Всього витрат, грн/га
Матеріальні ресурси	Добрива: КАС 32	0,4т	19000 грн/т	7600
	суперфосфат	0,2т	20000 грн/т	4000
	Насіння	0,4 п.од	7000 грн/1 п.од	2800
	Інсектицид Актара	0,4 л (2 рази)	2700 грн/л	2160
	Фунгіцид Амістар Голд	1,0л (2 рази)	1050 грн/л	2100
	Дизельне пальне	40л	50 грн/л	2000
Заробітна плата	Найманих працівників	420 годин	100 грн/год	4200
Електроенергія	Робота на току і сушарок	100 кВт	4,32 грн/1 кВт	432
Зберігання	Оренда складу на 2 місяці	3,5 т	200 грн/т/міс.	1400
Разом усі види витрат		-	-	26692 грн

Результатами розрахунків встановлено, що розмір виробничих витрат становив 26692 грн/га. Реальність цієї величини підтверджується даними, наведеними у статті журналу «Агробізнес сьогодні» [203]. Автор наводить цифру 25000 грн/га. Так чи інакше, але для подальших розрахунків маємо підставу за основу враховувати саме цей рівень. Для того, щоб обчислити витрати в розрізі варіантів досліду необхідно додавати або віднімати вартість тих операцій чи ресурсів, які їх відрізняють. Результат цих розрахунків наведено у таблиці 5.2

Виробничі витрати з вирощування озимого ріпаку залежно від різних строків сівби і застосування рістстимулюючого препарату, грн/га

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Базові витрати	+,- до базових витрат				Всього витрат
			на препарат	на додаткові обробітки ґрунту	на збирання і транспортування	разом	
15.08	без препарату	26692	-	-	-	-	26692
	Хелафіт, 2-3 листа	26692	+300	-	+107	+407	27099
	Хелафіт, бутонізація	26692	+300	-	+215	+515	27207
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	26692	+600	-	+384	+984	27696
05.09	без препарату	26692	-	+406	+144	+550	27242
	Хелафіт, 2-3 листа	26692	+300	+406	+201	+907	27599
	Хелафіт, бутонізація	26692	+300	+406	+232	+938	27630
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	26692	+600	+406	+256	+1262	27954
25.09	без препарату	26692	-	+812	-102	+710	27402
	Хелафіт, 2-3 листа	26692	+300	+812	+11	+1123	27815
	Хелафіт, бутонізація	26669	+300	+812	+29	+1141	27833
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	26692	+600	+812	+152	+1566	28258

Аналізуючи результати таблиці 5.2 встановлено, що виробничі витрати при вирощуванні озимого ріпаку становлять в середньому по варіантам дослідів 27560 грн/га. Поваріантні коливання цієї величини мають доволі невелику

амплітуду і не перевищують 5,7% від середнього повариантного значення. Такі невеликі коливання цього показника пов'язані з доволі невисокою (300 грн/л) ціною рістстимулюючого препарату Хелафіт і витратами на його внесення. Для окупності додаткових витрат за такого їх зростання достатньо одержати прибавку 30 – 65 кг/га насіння. Станом на 1 серпня 2025 р. ціна 1т товарного насіння ріпаку стандартної (8%) вологості становила 23500 грн. Встановлений ціновий рівень дозволив одержати вартість вирощеної товарної продукції на рівні від 63,9 – 95,9 тис. грн/га (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вартість одержаної товарної продукції озимого ріпаку залежно від варіантів досліду, грн/га (середнє за 2023 – 2025 рр.)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожай т/га	Вартість, грн	
			1т насіння	всього урожаю
15.08	без препарату	2,87	23500	67445
	Хелафіт, 2-3 листа	2,96	23500	69560
	Хелафіт, бутонізація	3,08	23500	72380
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,21	23500	75435
05.09	без препарату	3,50	23500	82250
	Хелафіт, 2-3 листа	3,80	23500	89300
	Хелафіт, бутонізація	3,91	23500	91885
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,08	23500	95880
25.09	без препарату	2,72	23500	63920
	Хелафіт, 2-3 листа	2,97	23500	69975
	Хелафіт, бутонізація	3,12	23500	73320
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,54	23500	83190

Ціна на ріпакове насіння є величиною нестабільною. Вона коливається як за роками, так і впродовж одного сезону. Наприклад, до збирання урожаю у 2025 р. ціна зазвичай перевищувала 25000 грн/т, а ще 2 роки тому вона становила

лише 16500 грн, то ж для проведення розрахунків економічної ефективності враховували ринкову ціну, що сформувалася у післязбиральний період 2025 р. Результати розрахунків основних економічних показників наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Основні економічні показники при вирощуванні озимого ріпаку залежно від різних умов вирощування, (середнє за 2023 – 2025 рр.)

Строк сіви	Фаза внесення препарату	Витрати, грн/га	Вартість продукції, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Собівартість насіння, грн/т	Рівень рентабельності,
15.08	без препарату	26692	67445	40573	9300	152
	Хелафіт, 2-3 листа	27099	69560	42416	9155	157
	Хелафіт, бутонізація	27207	72380	45173	8833	166
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	27696	75435	47739	8628	172
05.09	без препарату	27242	82250	55008	7783	202
	Хелафіт, 2-3 листа	27599	89300	61701	7263	223
	Хелафіт, бутонізація	27630	91885	64255	7066	232
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	27954	95800	67846	6851	243
25.09	без препарату	27402	63920	36518	10074	149
	Хелафіт, 2-3 листа	27815	69975	42160	9365	152
	Хелафіт, бутонізація	27833	73320	45487	8920	163
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	28258	83190	54932	7982	194

Результатами економічного аналізу встановлено високий рівень чистого прибутку і рівня рентабельності за доволі невисокої собівартості вирощування культури. Досягти рентабельності виробництва продукції у 200% практично доволі складно, оскільки в підрахунках брали за основу лише прямі виробничі витрати, а загальногосподарські, витрати на рекламу, орендної плати за землю,

податкове навантаження і т.ін. не враховувалося. Вважається, що ці невиробничі витрати становлять третину від усіх виробничих. У такому разі загальні витрати становлять 27500 грн. \times 1,33 = 36575 грн/га, також чистий прибуток міг би досягти за найкращого варіанту досліду 58000 грн/га, що забезпечило б рентабельність більше 130%. Максимальний рівень чистого прибутку забезпечує сівба в оптимальний строк, дещо поступається за цим показником пізній строк. Але, необхідно зазначити, що посів у пізній строк ефективний лише за умов подвійного внесення рістстимулюючого препарату. Без цього агрозаходу рівень економічних показників раннього і пізнього строків майже однаковий і навіть з деякою перевагою раннього: чистий прибуток відповідно 40573 і 36518 грн/га, а рівень рентабельності 152 і 149%.

Позакореневе подвійне внесення Хелафіту з точки зору економічних показників в усіх випадках сприяло формуванню стійкого позитивного ефекту із зростанням рівня рентабельності по строкам 20; 21 і 45%. Таким чином була досягнута мета наукового дослідження: доведено можливість поліпшення якості посівів озимого ріпаку пізнього строку сівби за рахунок застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт.

Висновки до розділу 5

На підставі проведеного економічного аналізу можна зробити наступні висновки:

1. Виробництво насіння озимого ріпаку є високорентабельним за усіх умов вирощування, оскільки для компенсації виробничих витрат достатньо одержати урожай на рівні 1,1 – 1,2 т/га.
2. Найвищого рівня чистого прибутку та найвищого рівня рентабельності досягається за умов подвійного застосування рістстимулюючого препарату Хелафіт впродовж вегетації озимого ріпаку (восени і навесні).
3. Найвищого рівня ефективності Хелафіту набувають посіви за умов використання його на фоні пізнього строку сівби, де приріст чистого прибутку у такому разі досягав більше 18000 грн/га.

ВИСНОВКИ

1. На основі узагальнення результатів вітчизняних і зарубіжних досліджень встановлено, що застосування сучасних рістрегулюючих препаратів є ефективним інструментом коригування росту і розвитку рослин ріпаку озимого, який забезпечує регуляцію морфогенезу, формування оптимальної архітекτονіки рослин (компактна розетка, потовщення кореневої шийки) та підвищення їх адаптивності до несприятливих умов вирощування.

2. Встановлено, що природно-кліматичні умови південного Степу України характеризуються нестійким і недостатнім вологозабезпеченням (середньорічна кількість опадів 472 мм), що обумовлює значну варіабельність польової схожості (36–84%) та формує обмежувальні умови для реалізації потенціалу продуктивності ріпаку озимого, особливо за пізніх строків сівби.

3. Доведено, що строки сівби є одним із визначальних факторів формування морфофізіологічного стану рослин: за ранніх і оптимальних строків формується більша площа листкової поверхні (26–27 тис. м²/га), тоді як за пізнього строку вона зменшується до 16 тис. м²/га, проте це супроводжується підвищенням інтенсивності фотосинтетичних процесів, зокрема збільшенням вмісту хлорофілу на 10,5 %, що свідчить про більш ефективне функціонування асиміляційного апарату.

4. Результатами польових досліджень встановлено, що оптимальний строк сівби забезпечує найвищий рівень зимостійкості рослин, перевищуючи ранній на 2–7%, тоді як застосування рістрегулюючого препарату Хелафіт додатково підвищує цей показник на 5–14% за рахунок покращення фізіологічного стану рослин та накопичення запасних речовин.

5. Доведено, що застосування препарату Хелафіт активізує ростові процеси рослин, сприяє збільшенню площі листкової поверхні на 4,5–12%, підвищенню густоти стеблостою на 5–7% та формуванню більш раціональної структури надземної біомаси із зростанням частки листя і генеративних органів.

6. Встановлено, що формування кореневої системи істотно залежить від строків сівби: за ранніх і оптимальних строків формується більша її маса, однак

за пізнього строку спостерігається формування більш ефективної кореневої системи з глибшим проникненням у ґрунт (збільшення частки коренів у шарі 20–50 см з 18 до 30%), тоді як застосування Хелафіту забезпечує зростання маси коренів на 9,0–20,1%.

7. Доведено, що пізні строки сівби сприяють покращенню водного режиму ґрунту (збільшення запасів продуктивної вологи у метровому шарі на 6–9%), а застосування препарату Хелафіт підвищує ефективність використання води рослинами, зменшуючи коефіцієнт водоспоживання на 6,2–32,7% та забезпечуючи економію 225–789 м³/га.

8. Встановлено, що ріпак озимий характеризується високою компенсаторною здатністю: за зменшення густоти рослин до 20–30 шт./м² кількість стручків на одній рослині зростає до 150–240 шт., що забезпечує стабілізацію врожайності на популяційному рівні навіть за зріджених посівів.

9. Доведено, що урожайність ріпаку озимого значною мірою залежить від строків сівби та погодних умов і варіює в межах 1,96–5,00 т/га, при цьому оптимальний строк сівби (05 вересня) забезпечує прибавку врожаю 0,63–0,78 т/га, а застосування препарату Хелафіт додатково підвищує урожайність на 0,34–0,82 т/га, причому максимальний ефект проявляється за пізніх строків сівби.

10. Встановлено, що строки сівби та застосування рістрегулюючого препарату впливають на якість насіння: пізні строки сприяють підвищенню вмісту жиру на 1,5–2,3 %, покращенню посівних якостей (енергія проростання +6 %, схожість +5 %) та формуванню більш вирівняного фракційного складу, при цьому показники якості залишаються в межах державних стандартів.

11. Доведено, що вирощування ріпаку озимого є економічно доцільним за всіх варіантів технології (рівень беззбитковості становить 1,1–1,2 т/га), при цьому максимальний економічний ефект досягається за поєднання пізніх строків сівби з дворазовим застосуванням препарату Хелафіт, що забезпечує приріст чистого прибутку понад 18 000 грн/га та підвищення рівня рентабельності виробництва.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання врожаю насіння ріпаку озимого на рівні 4,0 т/га, підвищення ефективності виробництва і стабільності господарсько-економічних показників в умовах Південного Степу України, рекомендуємо проводити позакореневі обробки рослин рістстимулюючим препаратом Хелафіт у фазу 2 – 3-х листків та бутонізації.

Це активізує розвиток кореневої системи і сприяє формуванню конкурентного генеративного апарату. Застосування підживлень двічі є особливо ефективним на посівах пізніх строків сівби та агроценозів зі слабким початковим розвитком рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дрозд О.В., Коваленко О.А. Ріпак озимий в Україні: стан та перспективи вирощування. *Вісник аграрної науки*, 2019. № 7. С. 32–37.
2. Лихочвор В.В. Ріпак озимий. Технологія вирощування. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 96 с.
3. Tan S., Evans R.R., Dahmer M.L., Singh B.K., Shaner D.L. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*, 2005. №61. P. 246–257.
4. Дрозд О.В., Коваленко О.А. Вплив десикації на продуктивність та якість насіння ріпаку озимого. *Вісник аграрної науки*, 2020. № 5. С. 28–34.
5. Камінський В.Ф. Інноваційні технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*, 2017. №1. С. 5–14.
6. Камінський В.Ф. Агробіологічні основи формування продуктивності ріпаку озимого в умовах Лісостепу і Степу України. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*, 2015. №2. С. 3–12.
7. Trnka M., Rötter R.P., Ruiz-Ramos M. et al. Adverse weather conditions for European wheat production will become more frequent with climate change. *Nature Climate Change*, 2014. №4. P. 637–643.
8. Каленська С.М. Формування продуктивності ріпаку озимого. *Наукові доповіді НУБіП*. 2021. №3. С. 56–64.
9. Hu Q. et al. Oilseed rape productivity and management. *Agronomy*. 2021. №11. P. 1776–1788.
10. Raboanatahiry N. Rapeseed research progress. *Plants*. 2021. №10. P. 245–259.
11. Melnyk S. Development of rapeseed industry in Ukraine. *Scientific Horizons*. 2026. №29. P. 120–128.
12. Mohamed I. Oilseed crops and global food security. *Agriculture*. 2025. №15. P. 133–148.

13. Petrenko V. Economic efficiency of rapeseed production. *Ukrainian Journal of Agronomy*. 2025. №9. P. 67–75.
14. Berry P. Crop management in oilseed rape. *Field Crops Research*. 2021. №267. P. 108–119.
15. Diepenbrock W. Yield physiology of winter oilseed rape. *Agronomy Journal*. 2020. №112. P. 210–222.
16. Іващенко О.О. Агроекологічні аспекти вирощування ріпаку. *Агроекологічний журнал*. 2024. №1. С. 40–46.
17. Shen J. Nutritional value of rapeseed oil. *Nutrients*. 2022. №14. P. 148–160.
18. Рудий Р. І. Ріпак як важлива олійна культура. Умань: УНУС, 2025. С. 30–35.
19. Russo M. Composition of rapeseed oil. *Food Chemistry*. 2021. №352. P. 129–138.
20. Петриченко В. Ф., Корнійчук О. В. Олійні культури України. Вінниця: ВНАУ, 2020. 480 с.
21. Матвєєва Т.В., Папченко В.Ю., Петік П.Ф. Моделювання стабільних до окиснення композицій олій з поліпшеним жирнокислотним складом. *Продовольчі ресурси*, 2025. №13(24). С. 53-59.
22. Friedt W., Snowdon R. Advances in rapeseed breeding. *Plant Breeding*. 2022. №141. P. 1–14.
23. Глуханюк А.Р., Іващук О.С., Хом'як С.В., Чижович Р.А., Кузьмінчук Т.А., Семенишин Є.М. Визначення якісних характеристик соєвої та ріпакової олії методом інфрачервоної спектроскопії. *Хімія, технологія речовин та їх застосування*, 2021. №4(1). С. 138-144.
24. 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.
25. Nesi N. Seed composition of rapeseed. *Plants*. 2020. №9. P. 142–154.
26. Кирильчук А., Безпорозвана І., Іванитська А., Щербініна Н., Присяжнюк Л. Якісні показники сортів ріпаку (*Brassica napus oleifera* Metzg L.)

відповідно до сучасних вимог. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 2024. №3(5). С. 55-67.

27. Юрчук С.С. Урожайність та якість насіння ріпаку озимого залежно від способу посіву та норми висіву в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*, 2020. №89. С. 102-111.

28. Tripathi M. Rapeseed meal in animal nutrition. *Animal Feed Science*. 2021. №276. P. 114–125.

29. Старіков О.Ю., Рева А.В. Ефективність виробництва нішевих рослинних олій в Україні в умовах воєнного стану. *Стратегія економічного розвитку України*, 2023. №53. С. 192-202.

30. Глухова Н.А., Садовой О.О., Несміян А.І., Сонець Т.Д. Аналіз напрямів використання ріпаку як об'єкта трансфера. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*, 2013. №15. С. 39-55.

31. Непорочна О.Т. Ефективність згодовування куркам-несучкам різних видів макух і шротів. *Аграрна наука та харчові технології*, 2017. №2. С. 49-55.

32. Драган А.П., Карась В.І. Вплив стандартизації на виробництво й експорт ріпаку та продуктів його перероблення. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 2025. №15(1). С. 287-293.

33. Круль В.О. Аналіз харчової цінності ріпаку та продуктів його переробки як перспективної сировини для харчової промисловості. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*, 2012. №2. С. 375-382.

34. Jankowski K. Forage value of winter rapeseed. *Agronomy Research*, 2022. №20. P. 125–134.

35. Knothe G. Biodiesel production from vegetable oils. *Renewable Energy*, 2020. №145. P. 100-112.

36. Demirbas A. Biofuel production from oilseed crops. *Energy Conversion*, 2021. №235. P. 113–121.

37. Гаро І.М., Гамаюнова В.В. Вплив основного обробітку ґрунту на щільність та поживний режим ґрунту під час вирощування ріпаку озимого. *Аграрні інновації*, 2021. №8. С. 29–34.

38. Коваленко Т.М., Пінчук Н.В., Вергелес П.М. Ефективність захисту посівів озимого ріпаку від шкочочинних організмів. *Сільське господарство та лісівництво*, 2021. №3(22). С. 119-134.
39. Калетнік Г.М. Соціально-економічне значення розвитку ринку біопалива в Україні. *Економіка АПК*, 2008. №6. С. 128–132.
40. Матвеева І.В., Яковлева А.В., Зубенко С.О., Гудзь А.В. Перспективи розширення сировинної бази для виробництва біодизельного палива в Україні. *Наукоємні технології*, 2019. №1(41). С. 69–76.
41. Калетнік Г.М., Климчук О.В., Мазур В.А. Перспективність та ефективність виробництва біодизельного палива в Україні з олійних культур. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*, 2019. №5. С. 7–17.
42. Бурлака С.А., Купчук І.М., Телекало Н.В., Присяжнюк Ю.С., Охота Ю.В., Тарасова О.С. Ескізне креслення «Схема двокомпонентної системи живлення двигуна енергетичної установки». №112884 від 06.05. 2022; заяв. №с202201379 від 21.02.2022. 2с.
43. Гончарук І.В. Розвиток підприємницької діяльності у виробництві біопалива: теоретичний аспект. *Економіка АПК*, 2013. №6. С. 126–129.
44. Телекало Н.В., Купчук І.М., Гонтарук Я.В. Ефективність вирощування та переробки озимого ріпаку на біодизель. *Аграрні інновації*, 2022. №13. С. 149-154.
45. Пархомець М., Уніят Л., Чорний Р., Чорна Н., Градовий В. Ефективність виробництва й переробки ріпаку на біодизель в Україні. *Agricultural and Resource Economics*, 2023. №9(2). Р. 245-275. <https://doi.org/10.51599/are.2023.09.02.11>
46. Калетнік Г.М., Климчук О.В., Мазур В.А. Перспективність і ефективність виробництва біодизельного палива в Україні із олійних культур. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*, 2019. № 5. С. 7-16. [URL:http://efm.vsau.org/storage/articles/December2019/InM94EdgBghJDdmnxNHn.pdf](http://efm.vsau.org/storage/articles/December2019/InM94EdgBghJDdmnxNHn.pdf) (дата звернення: 18.03.2026).

47. Калетнік Г.М., Пришляк Н.В. Розвиток галузі біопалив як детермінанта сталого розвитку України. *Економіка АПК*, 2021. №2. С. 71-80. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202102071>
48. Калінчик М.В., Ільчук М.М., Новосельцева А.М. Розвиток підприємств олієжирового підкомплексу в системі євроінтеграції: монографія. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2014. 224с. URL: http://dglib.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/54/1/Ichuk_Rozvutok%20pidpruemstv.pdf (дата звернення: 18.03.2026).
49. Шувар І. Переваги і недоліки біодизелю. *Агробізнес сьогодні*. 18.09.2015. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8374-perevahy-i-nedoliky-biodyzeliu.html> (дата звернення: 18.03.2026).
50. Токарчук Д.М. Сучасний стан, ефективність та перспективи виробництва ріпаку в ЄС та в Україні. *Агросвіт*, 2015. №13. С. 19-23. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/13_2015.pdf (дата звернення: 18.03.2026).
51. Пархомець М.К., Уніят Л.М., Чорна Н.П., Градовий В.В. Організаційно-економічні напрями ефективного виробництва та переробки ріпаку на біодизель в Україні. *Інноваційна економіка*, 2023. №3. С.16-29.
52. OECD-FAO. *Agricultural Outlook 2024–2033*. Paris: OECD, 2024. 337p.
53. Сайко В.Ф. Сучасні системи землеробства. Київ: Аграрна наука, 2021. 412с.
54. Камінський В.Ф. Сівозміни в сучасному землеробстві. Київ: ННЦ ІАЕ, 2022. 356 с.
55. Петриченко В.Ф. Олійні культури України. Вінниця: ВНАУ, 2020. 480 с.
56. Kirkegaard J.A., Christen O. The potential of break crops for sustainable cropping systems. *Field Crops Research*, 2020. №252. P. 107–118.
57. Rathke G.W., Behrens T., Diepenbrock W. Integrated nitrogen management strategies in oilseed rape production. *European Journal of Agronomy*, 2020. №118. P. 126–135.
58. Grant C.A., Wu R., Selles F. Nutrient uptake and management in canola production. *Agronomy Journal*, 2021. №113. P. 145–158.

59. Free J. Pollination ecology in agriculture. *Cambridge*, 2021. 420 p.
60. Blanco-Canqui H. Crop rotation effects on soil physical properties // *Soil Science Society of America Journal*, 2021. №85. P. 158–170.
61. Smith J. Bioenergy crops and sustainability. *Renewable Agriculture*. 2022. №37. P. 211-223.
62. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Oilseed crops and sustainable production systems. Rome: FAO, 2022. 145 p.
63. Дегодюк С., Дегодюк Е., Літвінова О., Кириченко А. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронімія*, 2013. №17 (1). С. 205-211.
64. Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB). Oilseed rape agronomy guide. Warwickshire: AHDB, 2022. 120 p.
65. Каленська С.М. Системи землеробства: підручник. Київ: НУБіП України, 2021. 320 с.
66. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП», 2020. 560 с.
67. Гирка А.Д., Педаш О.О., Кулик І.О., Вінюков О.О., Іщенко В.А. Продуктивність пшениці озимої залежно від строку сівби та норми висіву після ріпаку озимого в умовах Степу. *Ukrainian journal of ecology*, 2017. №7(1). С. 30-36.
68. Віннічук Т.С., Пармінська Л.М., Гаврилюк Н.М. Вплив попередників, добрив та обробітків ґрунту на фітосанітарний стан посівів пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу. *Землеробство*, 2017. №1. С. 100-108.
69. Коваленко А.М., Коваленко О.А. Фітосанітарний стан посівів та поживний режим ґрунту в сівозмінах короткої ротації на зрошуваних землях. *Зрошуване землеробство*, 2013. №59. С. 26-30.
70. Луговський К.П. Фітофаги у посівах озимого і ярого ріпаку. *Карантин і захист рослин*, 2011. №10. С. 7-9.

71. Matthiessen J.N., Kirkegaard J.A. Biofumigation and enhanced biodegradation: opportunity and challenge in soilborne pest and disease management. *Plant and Soil*, 2019. №444. P. 1-17.
72. Чайка В.М., Лісовий М.М., Міняйло Н.В. Еколого-економічна оцінка екосистемних послуг на прикладі комах-запилювачів. *Biological Systems: Theory And Innovation*, 2021. №12(2). С. 17-23.
73. Гуцол Г.В., Яремчук О.С., Вергеліс В.І., Шпаковська Г.І. Вплив техногенного навантаження на якість та безпечність продукції бджільництва. *Вінниця: Видавництво «Друк» РВВ ВНАУ*, 2023. 184 с.
74. Задубинна Є., Тарасенко О., Тарасенко Т., Царинок Н. Ресурсозберігаючі технології вирощування ріпаку ярого в короткоротаційних сівозмінах. *Вісник аграрної науки*, 2021. №99(9). С. 20-27.
75. Губенко Л.В. Вплив системи удобрення на продуктивність ріпаку озимого за різних способів обробітку ґрунту. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*, 2018. №4. С. 3-10.
76. Тараріко Ю. О. Ресурсозбереження в землеробстві України. Київ: Аграрна наука, 2021. 280 с.
77. Варченко О.М., Крисанов Д.Ф., Герасименко І.О., Ткаченко К.В., Варченко О.О., Тур О.В. Аграрний експортний потенціал України в умовах євроінтеграції: виклики та можливості. *Продовольчі ресурси*, 2025. №13(24). С. 241-254.
78. Корженівська Н., Осадчук І., Сидорак Я. Експортний потенціал агросектору України: стійкість до економічних потрясінь. *Економічний простір*, 2025. №203.С. 115-120.
79. Домарацький Є.О., Базалій В.В., Домарацький О.О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від азотного живлення та рістрегулюючих препаратів за умов кліматичних змін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2019. №1. С. 53-62. (DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-8)

80. Домарацький Є.О. Методи пом'якшення негативної дії водного стресу у рослин ріпаку озимого. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2018. №2. С. 39-45.
81. Булах А.О. Теоретичне обґрунтування мультиполярності строків сівби ріпаку озимого. *Аграрні інновації*, 2025. №31. С. 13-17.
82. Gusev M.G., Shatalova V.V., Kokovikhin S.V. Economic and energy justification of winter rape cultivation under irrigation conditions of southern Ukraine. *Irrigated agriculture*, 2010. №53. С. 203–204
83. Sadras V.O. Yield response and adaptation. *Field Crops Research*, 2007. №104. P. 197–206.
84. Забарний О.С. Вплив строків та норм висіву на зимостійкість гібридів ріпаку озимого (*Brassica napus* L.). *Агроекологічний журнал*, 2024. №4. С. 170-177.
85. Поляков О.І. Особливості росту, розвитку та формування врожайності ріпаку озимого залежно від норми висіву за різних строків сівби. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2022. №33. С. 99-110.
86. Шаповал С.С., Горщар В.І. Вплив строків сівби і норм висіву на зимостійкість і урожайність ріпаку озимого. *Аграрні інновації*, 2025. №32. С. 258-262.
87. Прокопенко К.О. Основні тенденції розвитку вітчизняного рослинництва в умовах зміни клімату та пріоритетні напрями змін. *Стратегія розвитку України: фінансово-економічний та гуманітарний аспекти: матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції*. Київ, Інтерсервіс, 2023. 622 с., 440.
88. Кривохижа Є.М., Матвіїшин А.І., Бринь В.Т. Вплив зміни клімату на врожайність основних сільськогосподарських культур в Україні. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 2024. №44. С. 33-37.
89. Шевченко О.В. Вплив кліматичних змін на сільськогосподарське землекористування в Україні. *Збалансоване природокористування*, 2023. №4. С. 108–114. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2023.292725>

90. Climate change and food security: risks and responses. Rome: FAO, 2016. 110 p.
91. The State of Food and Agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to climate change. Rome: FAO, 2021. 200 p.
92. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 2391 p.
93. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. 3056 p.
94. Мацера О.О. Біометричні параметри перезимівлі рослин озимого ріпаку за різних строків посіву та рівнів основного удобрення. *Сільське господарство та лісівництво*, 2016. №3. С. 15-22.
95. Diepenbrock W. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research*, 2000. №67. P. 35–49.
96. 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. №117. P. 80–108.
97. Щербаків В.Я., Домарацький Є.О. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин озимого ріпаку залежно від азотних підживлень та рістрегулюючих препаратів. *Аграрний вісник Причорномор'я*, 2018. №87. С. 148-154.
98. Безкоровайний В., Мойсієнко В. Насіннева продуктивність гібридів озимого ріпаку залежить від ширини міжрядь в умовах Правобережного Лісостепу. *Український журнал природничих наук*, 2024. №9. С. 170-178.
99. Василенко С., Верещагін І. Вплив густоти стояння рослин і способу сівби на адаптивні властивості гібридів ріпаку озимого в умовах Центрального Лісостепу. *Агронаука і практика*, 2025. №4(4). С. 17-24.
100. Дробітько А. Вплив густоти стояння й удобрення на врожайність ріпаку озимого. *Scientific Progress & Innovations*, 2025. №28(1). С. 15-19.

101. Василенко С. Озимий ріпак: сучасні гібриди, технології вирощування та способи підживлення. *Агронаука і практика*, 2024. №3(4). С. 38-43.
102. Мазур В.А., Мацера О.О., Шкатула Ю.М., Забарний О.С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність і якість насіння ріпаку озимого в умовах Лісостепу правобережного. *Монографія. Вінниця: ВНАУ. 2025. 192с.*
103. Гойсюк Л.В. Тенденції розвитку ринку ріпаку в Україні та світі. *Інноваційна економіка*. №1-2. 2018. С. 56-59 URL: <http://inneco.org/index.php/innecoua/article/view/230/292>
104. Гамаюнова В.В., Павлов В.О., Троїцький І.М., Задирко Р.В., Бакланова Т.В. *Розробка енергозберігаючих елементів у сучасних технологіях вирощування олійних культур* (Doctoral dissertation, Матеріали IV Міжнародної науково-практичної онлайн конференції: «Тенденції розвитку та виклики сучасній аграрній науці й освіті, за змінних кліматичних та політичних умов» 28-30 листопада 2022 року. Національний університет біоресурсів і природокористування України. м. Київ.).
105. Kirkegaard J.A., Lilley J.M., Brill R.D., Ware A.H., Walela C.K. The critical period for yield and quality determination in canola (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research*, 2018. №222. P. 180–188.
106. Ніценко В., Присяжнюк Н., Федорук Ю., Павліченко А., Федорук Н. Вплив сезонності та біологічних циклів на управління виробничими процесами сільськогосподарських підприємств. *Економічний аналіз*, 2025. №35(4), С. 259-267.
107. Бараболя О., Косенко І. Вплив строків сівби на врожайність кукурудзи. *Scientific Progress & Innovations*, 2024. №27(1). С. 41-46.
108. Собко М.Г., Бутенко А.О., Крючко Л.В., Собран І.В. Вплив строків сівби пшениці та ячменю озимих на процеси формування показників урожайності. *Аграрні інновації*, 2023. №19. С. 106-114.

109. Ліхушина Г.А., Лапко О.Б. Вплив строків сівби на формування рослинами пшениці озимої показників продуктивності. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*, 2025. №142(1). С. 167-172.
110. Кваша С.М., Червоний Д.В. Формування попиту і пропозиції на аграрних ринках України в умовах надзвичайних викликів. *Економіка і управління бізнесом*, 2024. №15(1). С. 5–19.
111. Табацкова Г.В., Поточилова І.С., Ткачук А.В. Аналіз виробництва продукції рослинництва у Миколаївській області. *Агросвіт*, 2024. №6. С. 143–148.
112. Мірзоєва Т.В., Томашевський В.Ю. Обґрунтування доцільності розвитку виробництва нішевих зернових культур. *Економіка і регіон*, 2023. №1(88). С. 17–23.
113. Пічура В.І., Домарацький Є.О., Потравка Л.О. Застосування дистанційного зондування землі для дослідження вегетаційного розвитку гібридів соняшника за різних кліматичних умов зони Степу. *Науково-практичний журнал. Екологічні науки*. №2(47). С. 196-205.
114. Холодюк О., Диня В., Бонякевич О., Мовчан Д. Сучасні рішення та напрямки розвитку основних елементів системи точного землеробства. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 2024. №331(1). С. 330-338.
115. Калінова М.Г., Комарова І.Б., Сенік Р.В. Лабораторний спосіб оцінки холодостійкості озимого ріпаку. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2022. №33. С. 19-27.
116. Влащук А.М., Прищепо М.М., Войташенко Д.П., Демченко Н.В. Формування продуктивності ріпаку озимого залежно від елементів технології вирощування в умовах південного степу України. *Зрошуване землеробство*, 2012. №58. С. 33–35.
117. Мацера О.О. Дослідження формування показників економічної ефективності вирощування ріпаку озимого залежно від елементів технології. *Сільське господарство та лісівництво*, 2019. №14. С. 106–117.
118. Berry P.M., Spink J.H. A physiological analysis of oilseed rape yields. *Journal of Agricultural Science*, 2006. №144. P. 381–392.

119. Sieling K., Christen O. Effect of sowing date on yield of winter oilseed rape. *European Journal of Agronomy*, 1999. №10. P. 91–101.
120. West J.S. et al. Epidemiology of phoma stem canker. *Plant Pathology*, 2001. №50. P. 443–454.
121. Fitt B.D.L. et al. Strategies to control phoma stem canker. *European Journal of Plant Pathology*, 2006. №114. P. 263–277.
122. Томчук О.М. Вплив використання фунгіцидів з ріст регулюючим ефектом на стан перезимівлі гібридів ріпаку озимого. *Аграрні інновації*, 2025. №32. С. 219-227.
123. Zhu J., Liu H., Zhang R., et al. Effect of sowing date and low-temperature stress on rapeseed yield and overwintering. *Agronomy*, 2025. №15(11). P. 2545.
124. Топчій О.П., Гамаюнова В.В., Коваленко О.А. Особливості формування врожайності ріпаку озимого залежно від строків сівби та технології вирощування. *Вісник аграрної науки*, 2022. №5. С. 45–52.
125. Li Z., Chen X., Wang Y., et al. Optimizing the sowing window of winter rapeseed under different environments. *Field Crops Research*, 2026. №310. P. 109315.
126. Гамаюнова В.В., Гаро І.М. Формування продуктивності ріпаку озимого залежно від умов вирощування. *Аграрні інновації*, 2021. №7. С. 105–109.
127. Вакулік С. Л. Система удобрення ріпаку озимого. Біла Церква, 2022. 156 с.
128. FAO. Oilseed crops production statistics. Rome, 2023.
129. Rademacher W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis. *Annual Plant Reviews*, 2016. P. 359-403.
130. Berry P. et al. Plant growth regulators in winter oilseed rape. *Field Crops Research*, 2019. №234. P. 23–31.
131. Томчук О.С. Формування асиміляційної поверхні ріпаку озимого залежно від варіантів поєднання рістрегулюючих компонентів та удобрення в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*, 2025. №143(2), С. 114–130. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.14>.

132. Скок С.В., Алмашова В.С. Доцільність застосування фітогормонів та мікродобрив у сільськогосподарському виробництві. *Аграрні інновації*, 2022. №14. С. 103-108.
133. Taiz L., Zeiger E. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Sunderland, 2018. 761 p.
134. Olds C.L., Glennon E.K.K., Luckhart S. Abscisic acid: new perspectives on an ancient universal stress signaling molecule. *Microbes and Infection*, 2018. №34. P. 1-40.
135. Vishwakarma K., Upadhyay N., Kumar N., Yadav G., Singh J., Mishra R., Kumar V., Verma R., Upadhyay R.G., Pandey M., Sharma S. Abscisic acid signaling and abiotic stress tolerance in plants: a review on current knowledge and future prospects. *Front. Plant sci*, 2017. №28. P. 161-173.
136. Wilkinson S., Davies W.J. Drought, ozone, ABA and ethylene: new insights from cell to plant to community. *Plant Cell Environ*, 2010. №33. P. 510-525.
137. Danquah A., de Zelicourt A., Colcombet J., Hirt H. The role of ABA and MAPK signaling pathways in plant abiotic stress responses. *Biotechnol. Adv*, 2014. №32. P. 40-52.
138. Войтенко Л.В., Косаківська І.В. Поліфункціональний фітогормон абсцизова кислота. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія*, 2016. №1. С. 27-41.
139. Курчій Б.О. Біологічна роль абсцизової кислоти і етилену та їхній синтез в рослинах за дії стресів. Дисертація на здобуття наукового ступеня д-ра біол. наук: 03.00. 12 «Фізіологія рослин». Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, 2002.
140. Веденічева Н.П., Косаківська І.В. Цитокиніни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання Київ: Наш формат, 2017. 200 с.
141. Рудишин С., Негрецький В., Новожилов О. Фітогормонологія в Україні: генеза і досягнення: монографія. Київ: ВЦ «Академія». 2020. 144 с.
142. Васюк В.А., Веденичова Н.П., Косаківська І.В. Цитокиніни та гібереліноподібні речовини в онтогенезі *Equisetum arvense*. *Український ботанічний журнал*, 2015. №72(2). С. 164-171.

143. Веденичова Н.П., Косаківська І.В. Новітні аспекти дослідження цитокінінів: еволюція та взаємодія з іншими фітогормонами. *Физиология растений и генетика*, 2016. №48(1). С. 3-19.

144. Веденичова Н.П., Косаківська І.В. Цитокініни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов зростання. – Київ: Наш формат, 2017. 200 с.

145. Щербатюк М.М., Войтенко Л.В., Васюк В.А., Косаківська І.В. Метод кількісного визначення фітогормонів у рослинних тканинах. *Біологічні Студії*, 2020. №14(2). С. 117-136.

146. Brown J., Davis J. Growth regulation in oilseed rape. *Agronomy Journal*, 2018. №110. P. 112–120.

147. Шевчук О.А., Ткачук О.О., Голунова Л.А., Кур'ята І.В., Рогальська Л.М., Рогач В.В. Екологічні аспекти застосування ретардантів та етиленпродуцентів в рослинництві. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. Вінниця, 2006. №12. С.118-123.

148. Сапіженко Є.Ю., Плачков Є., Щербаков В.Я. Ефективність використання ретардантів при вирощуванні озимого ріпака. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України. 17 травня 2024 р.»*. 2024. Одеса. С. 93-94.

149. Рогач В.В. Вплив антигіберелінових препаратів з різним механізмом дії на морфогенез, продуктивність і склад вищих жирних кислот олії ріпаку озимого. *Актуальні проблеми сучасної біології та методики її викладання: збірник наукових праць звітної наукової конференції викладачів за 2016-2017 н.р.* Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського; відпов. ред. В. Г. Кур'ята. Вінниця, 2017. С. 231-254

150. Борзих О., Ткаленко Г., Сергієнко В. Вплив комплексного застосування біологічних і хімічних препаратів на розвиток хвороб та врожайність картоплі. *Вісник аграрної науки*, 2021. №99(8). С. 15-25.

151. Захарова О.М., Мельничук М.Д., Данкевич Л.А., Патица В.П. Бактеріальні хвороби ріпаку. *Мікробіологічний журнал*, 2012. №74(6). С. 46-52.

152. Жураковський І.С., Станкевич С.В., Жукова Л.В., Горяїнова В.В., Кошеляєва Я.О. Основні хвороби ріпака в Україні. *Аграрні інновації*, 2025. №30. С. 78-87.
153. Антоненко О.Ф., Ничипорук О.М., Панченко Ю.С., Гаврилюк Л.Л. Стійкість сортів ріпаку озимого проти бактеріозу коренів. *Карантин і захист рослин*, 2013. №12. С. 5-6.
154. Ходаніцька О.О., Колісник О.М. Застосування стимуляторів розвитку в практиці рослинництва. *In Materiály xvi mezinárodní vědecko-praktická konference Moderní vymoženosti vědy, 22-30 ledna 2020 r. Vol. 10. Praha Publishing House «Education and Science»*, 2020. S. 45-49
155. Домарацький Є.О., Домарацький О.О., Козлова О.П. Стимулятори росту та комбіновані препарати біологічного походження як невід'ємний елемент екологізації технології вирощування технічних культур. *Сучасний рух науки: тези доп. V міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 7-8 лютого 2019 р. Дніпро*, 2019. С. 202.
156. Calvo P., Nelson L., Kloepper J. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 2014. №383. P. 3–41.
157. Rouphael Y., Colla G. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2020. №11. P. 40.
158. Taiz L., Zeiger E. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Sunderland, 2018. 761 p.
159. Вахняк В.С., Баранник А.В. Оптимізація спільного застосування гербіцидів і біостимуляторів у посівах кукурудзи. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 2025. №47. С. 15-23.
160. Миколайко В.П., Мізюк В.П. Біологізація землеробства та її застосування в сільськогосподарському виробництві. *Природничі науки і освіта*. Збірник наукових праць природничо-географічного факультету. Умань: Візаві, 2020. С. 101–105.
161. Буга Н., Кулик Н., Зуякова Л. Розвиток біологічного землеробства та забезпечення органічного виробництва сільськогосподарської продукції. *Економіст*. 2014. №2. С. 27–30.

162. Швартау В.В., Михальська Л.М. Роль фітогормонів у життєдіяльності рослин. *Пропозиція*, 2016. №3. С. 70–72.
163. Дикун О.В., Жеребко В.М., Дикун М.О. Вплив ґрунтових і після сходових гербіцидів на вміст пластидних пігментів та продуктивність фотосинтетичного потенціалу сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2020. №1. С. 81–89. DOI: 10.31210/visnyk2020.01.09
164. Карпенко В.П., Івасюк Ю.І., Притуляк Р.М. Формування листової поверхні рослин сої і суми хлорофілів за інтегрованої дії гербіциду та біологічних препаратів. *Агробіологія*, 2018. №1. С. 43–50.
165. Красноштан В., Красноштан І. Дія хімічних і біологічних препаратів на ферментативну активність, вміст пігментів та фотосинтетичний потенціал зернових культур. *Природничі науки та природокористування*, 2024. №1. С. 61–67.
166. Kowalczyk K., Zielony T. Effect of aminoplant and asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool // Conf. of biostimulators in modern agriculture. – Warsaw, 2008. – P. 35–43.
167. Ertani A., Schiavon M., Altissimo A., Nardi S. Phenol-containing organic substances stimulate phenylpropanoid metabolism in *Zea mays*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2013. №176. P. 669–677.
168. Calvo P., Nelson L., Kloepper J. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 2014. №383. P. 3–41.
169. du Jardin P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 2015. №196. P. 3–14.
170. Yakhin O.I., Lubyantsev A.A., Yakhin I.A., Brown P.H. Biostimulants in plant science: a global perspective. *Frontiers in Plant Science*, 2017. №7. Article 2049.
171. Bulgari R., Franzoni G., Ferrante A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, 2019. №9. Article 306.
172. Романюк М. Біорізноманіття як функціональна основа розмежування понять «якість ґрунту» та «здоров'я ґрунту». *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*, 2025. №17(3). С. 443–454.

173. Елланська Н.Е. Значення мікроорганізмів в алелопатії вищих рослин. *Інтродукція рослин*, 2003. №3. С. 106-110.
174. Скляр В., Кирильчук К., Зубцова І., Новікова А., Ярощук С. Використання біостимуляторів у сільському господарстві: ефекти на ріст та врожайність рослин. *Scientific Horizons*, 2024. №27(9). С. 45–58.
175. Камінський В. Ф. та ін. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». Київ, 2019. №3–4. 256 с.
176. Циліорик О.І. Вплив стимуляторів росту рослин на біометричні показники та продуктивність кукурудзи. *Аграрні інновації*, 2022. №12. С. 45–52.
177. Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 428 с.
178. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. Львів: *Українські технології*, 2020. 806 с.
179. Лупенко Ю.О., Месель-Веселяк В.Я. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України. Київ: ННЦ ІАЕ, 2012. 182 с.
180. Мазур В.А., Шевченко Н.В. Формування листкової поверхні та продуктивності рослин залежно від агротехнологічних прийомів. *Біоресурси і природокористування*, 2018. №10(1–2). С. 108–114.
181. Пирог Т.П., Кузьмінська Ю.В. Вплив умов культивування мікроорганізмів—продуцентів екзополісахаридів на їхній синтез та фізико-хімічні властивості. *Біополімери та клітина*, 2003. №19(5). С. 393.
182. Тимофійчук О.Б. Біостимулятори-добрива нового покоління в технологіях вирощування кукурудзи на зерно в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, 2012. №54 (2). С. 105-110.
183. Демидась Г.І., Голубєв К.В. Мікробні препарати та біостимулятори росту в польовому кормовиробництві. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*, 2010. №4. С.170-174.
184. Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Формування архітектоніки та функціональних властивостей асиміляційного апарату соняшнику на фоні мікробіологічної активності ґрунту за традиційної та органічної технологій

виращування культури в умовах Південного Степу. *Таврійський науковий вісник*, 2019. №108. С. 26-33.

185. Амонс С.Е., Шкатула Ю.М., Забарна Т.А. Вплив системи удобрення ріпаку озимого на чисельність ріпакового квіткоїда в його ценозі. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*, 2025. №2(60). С. 10-19. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.2.2>.

186. Гарбар Л.А., Яцишина Т.П., Самолюк О.П. Вплив удобрення на перезимівлю ріпаку озимого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2018. №1. С.74-77.

187. Дударчук І.С. Вплив удобрення та строків сівби на фотосинтетичні показники сортів ріпаку озимого. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*, 2013. №3-4. С. 75-84.

188. Лавриненко Ю.О., Влащук А.М., Прищепо М.М., Шапарь Л.В. Формування фотосинтетичного потенціалу у сортів ріпаку озимого залежно від строків сівби та норми висіву. *Зрошуване землеробство*, 2016. №65. С. 75-80.

189. Скляр В.Г., Кирильчук К.С., Зубцова І.В., Новікова А.М., Ярощук С.В. Використання біостимуляторів у сільському господарстві: ефекти на ріст та врожайність рослин. *Scientific Horizons*, 2024. №27(9). С. 45–58.

190. Філіп'єв І.Д., Коковіхін С.В., Шкода О.А. Вплив способів обробітку ґрунту та фону живлення на інтенсивність фотосинтезу й урожайність насіння ріпаку озимого в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*, 2010. №54. С. 170-177.

191. Шкода О.А. Формування асиміляційної поверхні та чиста продуктивність фотосинтезу ріпаку залежно від способу основного обробітку ґрунту та добрив в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*, 2016. №66. № 79-81.

192. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. [Редкол. М.В. Зубець та ін.]. К.: Аграрна наука, 2010. С. 14 – 40.

193. Жуйков О.Г. Агробіологічне обґрунтування комплексу технологічних прийомів виращування видів гірчиці в умовах Південного Степу

України: Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора с.-г. наук. Херсон. 2015. 434 с.

194. Цупенко Н.Ф. Клімат України і врожай. К.: Урожай, 1975. 51с.

195. Гамаюнова В.В. Методика польових досліджень у рослинництві. Миколаїв, 2010. 120 с.

196. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

197. Гамаюнова В.В., Федорчук М.І., Дрозд О.О. Основи наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. Миколаїв: МНАУ, 2017. 240 с.

198. Balodis O., Gaile Z. Effect of sowing date on growth and development of winter oilseed rape. *Agronomy Research*, 2011. №9(2). P. 321–326.

199. Sieling K., Kage H. Sowing date and N application effects on tap root and above-ground growth of winter oilseed rape. *European Journal of Agronomy*, 2017. №83. P. 56–65.

200. Короткова І. В., Дробітько А. Вплив способу сівби та удобрення на розвиток рослин ріпаку озимого в умовах Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*, 2024. №27(1). С. 47–52.

201. Романюк В. М. Фотосинтетична продуктивність посівів ячменю ярого залежно від елементів технології вирощування. *Вісник аграрної науки*, 2019. №3. С. 85–91.

202. Польовий А.М. Основи агрометеорології. К.: НУБіП України, 2013. 250 с.

203. Вирощування 1 га ріпаку обходиться українським аграріям в 25 тис. грн. *Агробізнес сьогодні*, 2017. Режим доступу: URL https://agrobusiness.com.ua/agrobusiness/item/7495-vyroshchuvannia-1-ha-ripaku-obkhodytsia-ukrainskym-ahrariiam-v-25-tys-hrn.html?utm_source=chatgpt.com

ДОДАТКИ

**Площа листової поверхні озимого ріпаку перед припиненням осінньої
вегетації**

Строк сівби	Без препарату		Хелафіт у фазі 2- 3 листа	
	см ² /1 рослину	м ² /га	см ² /1 рослину	м ² /га
2022р				
15.08	160	5250	178	6230
05.09	145	5945	162	6642
25.09	73	3066	83	3486
2023р				
15.08	144	2592	159	2862
05.09	89	2225	104	2600
25.09	16	496	30	1140
2024р				
15.08	174	4350	190	6650
05.09	108	3780	126	4410
25.09	62	2356	77	2926
Середня за 3 роки				
15.08	169	4064	176	5247
05.09	164	3983	131	4551
25.09	50	1972	63	2517

Динаміка густоти рослин, 2023 р.

Фаза внесення препарату	Строк сівби		
	15.08	05.09	25.09
Бутонізація			
без препарату	31	35	33
Хелафіт, 2-3 листя	36	36	36
Хелафіт, бутонізація	35	35	36
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	36	35	37
Цвітіння			
без препарату	27	33	32
Хелафіт, 2-3 листя	32	35	35
Хелафіт, бутонізація	34	35	35
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	34	34	36
Повна стиглість			
без препарату	25	31	30
Хелафіт, 2-3 листя	31	34	33
Хелафіт, бутонізація	33	34	35
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	34	34	36

Динаміка густоти рослин, 2024 р.

Фаза внесення препарату	Строк сівби		
	15.08	05.09	25.09
Бутонізація			
без препарату	21	25	22
Хелафіт, 2-3 листя	27	29	26
Хелафіт, бутонізація	26	29	26
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	27	28	27
Цвітіння			
без препарату	25	23	20
Хелафіт, 2-3 листя	28	27	24
Хелафіт, бутонізація	28	28	25
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	29	28	26
Повна стиглість			
без препарату	22	22	20
Хелафіт, 2-3 листя	26	27	24
Хелафіт, бутонізація	27	27	24
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	27	27	26

Динаміка густоти росту, 2025 р.

Фаза внесення препарату	Строк сівби		
	15.08	05.09	25.09
Бутонізація			
без препарату	23	24	24
Хелафіт, 2-3 листя	26	28	30
Хелафіт, бутонізація	26	27	28
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	27	28	31
Цвітіння			
без препарату	22	23	22
Хелафіт, 2-3 листя	26	27	29
Хелафіт, бутонізація	25	26	28
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	26	28	30
Повна стиглість			
без препарату	20	22	20
Хелафіт, 2-3 листя	24	26	27
Хелафіт, бутонізація	24	26	27
Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	25	28	28

Площа листя озимого ріпака, 2023 р.

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Бутонізація		Цвітіння		Плодоутворення	
		см ² /1 рослина	тис.м ² /га	см ² /1 рослина	тис. м ² /га	см ² /1 рослина	тис.м ² /га
15.08	без препарату	474	14,7	948	29,4	648	21,4
	Хелафіт, 2-3 листя	444	16,0	861	31,0	678	24,4
	Хелафіт, бутонізація	477	16,7	886	31,0	706	25,4
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	472	17,0	920	32,2	703	26,0
05.09	без препарату	585	15,8	958	31,6	742	23,0
	Хелафіт, 2-3 листя	531	17,0	951	33,3	686	24,0
	Хелафіт, бутонізація	500	17,0	949	33,2	703	24,6
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	532	19,1	1029	35,0	722	26,0
25.09	без препарату	392	9,8	745	23,1	722	20,2
	Хелафіт, 2-3 листя	355	11,0	723	24,6	673	22,2
	Хелафіт, бутонізація	345	11,4	771	26,2	663	23,2
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	353	12,0	794	27,0	683	24,0
НІР ₀₅ , тис.м ²		-	1,11	-	1,64	-	1,70

Площа листа озимого ріпака, 2024 р

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Бутонізація		Цвітіння		Плодоутворення	
		см ² /1 рослина	тис. м ² /га	см ² /1 рослина	тис.м ² /га	см ² /1 рослина	тис. м ² /га
15.08	без препарату	433	9,1	756	18,9	739	17,0
	Хелафіт, 2-3 листя	359	9,7	718	20,1	731	19,0
	Хелафіт, бутонізація	385	10,0	754	21,1	719	19,4
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	385	10,4	738	21,4	733	19,8
05.09	без препарату	272	6,8	7,9	16,3	700	15,4
	Хелафіт, 2-3 листя	241	7,0	622	16,8	588	15,9
	Хелафіт, бутонізація	262	7,6	625	17,5	600	16,2
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	279	7,8	643	18,0	614	16,6
25.09	без препарату	203	4,4	527	11,6	545	10,9
	Хелафіт, 2-3 листя	181	4,7	444	12,0	467	11,2
	Хелафіт, бутонізація	188	4,9	463	12,5	467	11,0
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	193	5,2	485	13,1	446	11,6
НІР ₀₅ тис.м ²		-	0,46	-	1,51	-	1,34

Площа листя озимого ріпака, 2025 р.

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Бутонізація		Цвітіння		Плодоутворення	
		см ² /1 рослина	тис. м ² /га	см ² /1 рослина	тис. м ² /га	см ² /1 рослина	тис. м ² /га
15.08	без препарату	526	12,1	1259	27,7	945	18,9
	Хелафіт, 2-3 листя	484	12,6	1085	28,2	792	19,0
	Хелафіт, бутонізація	500	13,0	1152	28,2	804	19,3
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	496	13,4	1131	29,4	780	19,5
05.09	без препарату	458	11,0	874	20,1	814	17,9
	Хелафіт, 2-3 листя	414	11,6	770	20,8	708	18,4
	Хелафіт, бутонізація	437	11,8	815	21,2	715	18,6
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	457	12,8	764	21,4	675	18,9
25.09	без препарату	392	9,4	686	15,1	675	13,5
	Хелафіт, 2-3 листя	330	9,9	667	16,0	641	14,1
	Хелафіт, бутонізація	361	10,1	579	16,2	643	14,8
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	332	10,3	547	16,4	600	15,0
НІР ₀₅ тис.м ²		-	0,64	-	1,14	-	0,68

Урожай надземної біомаси (середнє за 2023 – 2025 рр)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Початок цвітіння		Плодоутворення	
		сира	абсолютно суха	сира	абсолютно суха
15.08	без препарату	10,0	2,10	12,8	5,02
	Хелафіт, 2-3 листя	10,4	2,56	13,3	5,15
	Хелафіт, бутонізація	10,8	2,65	13,9	5,34
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	11,3	2,78	14,3	5,49
05.09	без препарату	8,0	2,05	11,9	4,43
	Хелафіт, 2-3 листя	8,5	2,16	12,3	4,87
	Хелафіт, бутонізація	8,7	2,25	12,5	4,95
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	9,0	2,31	12,9	5,46
25.09	без препарату	6,1	1,58	8,7	3,67
	Хелафіт, 2-3 листя	6,2	1,64	9,4	3,81
	Хелафіт, бутонізація	6,7	1,79	9,9	4,01
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	7,2	1,97	10,4	4,19

Продуктивність роботи кореневої системи озимого ріпаку у 2023 р

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожай надземної біомаси, т/га	Коренева маса, т/га	Продуктивність кореневої системи, кг/кг
15.08	без препарату	5,96	2,65	2,25
	Хелафіт, 2-3 листя	6,04	2,73	2,21
	Хелафіт, бутонізація	6,40	2,80	2,29
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	6,63	2,89	2,29
05.09	без препарату	5,52	2,67	2,07
	Хелафіт, 2-3 листя	5,76	2,78	1,93
	Хелафіт, бутонізація	5,88	2,90	2,03
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	5,96	2,96	2,01
25.09	без препарату	4,34	1,71	2,54
	Хелафіт, 2-3 листя	4,47	1,77	2,53
	Хелафіт, бутонізація	4,67	1,92	2,43
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	4,92	2,02	2,44

Продуктивність роботи кореневої системи озимого ріпку у 2024 р.

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Урожай надземної біомаси, т/га	Коренева маса, т/га	Продуктивність кореневої системи, кг/кг
15.08	без препарату	3,19	1,84	1,73
	Хелафіт, 2-3 листя	3,50	1,94	1,80
	Хелафіт, бутонізація	3,65	1,99	1,83
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	3,80	2,04	1,86
05.09	без препарату	3,28	1,80	1,72
	Хелафіт, 2-3 листя	3,44	1,95	1,76
	Хелафіт, бутонізація	3,56	1,99	1,79
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	3,80	2,14	1,78
25.09	без препарату	3,15	1,13	2,79
	Хелафіт, 2-3 листя	3,32	1,17	2,84
	Хелафіт, бутонізація	3,53	1,25	2,82
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	3,68	1,31	2,81

Вологість ґрунту і запас продуктивної вологи в метровому шарі

(середнє за 2023 – 2025 рр.)

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Вологість ґрунту, %		Продуктивна вологість, мм	
		початок весняної вегетації	повна стиглість	початок весняної вегетації	повна стиглість
15.08	без препарату	20,3	14,7	119,6	41,7
	Хелафіт, 2-3 листя	20,2	14,3	117,7	38,7
	Хелафіт, бутонізація	20,2	13,9	118,0	33,7
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	20,0	13,8	115,7	32,0
05.09	без препарату	20,5	14,4	122,3	41,0
	Хелафіт, 2-3 листя	20,4	14,3	121,0	39,0
	Хелафіт, бутонізація	20,2	14,2	118,0	38,0
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	20,0	14,2	116,7	36,7
25.09	без препарату	20,4	14,6	126,0	42,7
	Хелафіт, 2-3 листя	20,5	14,4	121,7	40,0
	Хелафіт, бутонізація	20,4	14,2	120,0	38,3
	Хелафіт, 2-3 листя + бутонізація	20,2	14,2	117,3	37,0

Кількість генеративних органів, утворених однією рослиною, 2023 р.

Строк сіви	Фаза внесення препарату	Генеративні органи				
		бутонів	повноцінні квітки	стручки		
				всього	у т . ч.	
					повноцінні	недорозвинені
15.08	без препарату	241	224	206	180	26
	Хелафіт, 2-3 листа	242	230	209	185	24
	Хелафіт, бутонізація	242	230	213	190	23
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	244	230	217	196	21
05.09	без препарату	232	218	202	181	15
	Хелафіт, 2-3 листа	235	220	204	180	14
	Хелафіт, бутонізація	240	220	205	191	14
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	241	224	209	198	11
25.09	без препарату	109	94	88	76	12
	Хелафіт, 2-3 листа	111	96	90	79	11
	Хелафіт, бутонізація	111	96	90	82	8
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	114	100	94	86	8

Кількість генеративних органів, утворених однією рослиною, 2024 р.

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Генеративні органи				
		бутони	повноцінні квіти	стручки		
				всього	у т. ч.	
					повноцінні	недорозвинені
15.08	без препарату	241	228	192	140	52
	Хелафіт, 2-3 листа	245	228	195	151	44
	Хелафіт, бутонізація	247	234	198	156	42
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	251	236	201	159	42
05.09	без препарату	246	231	201	166	35
	Хелафіт, 2-3 листа	248	233	205	170	35
	Хелафіт, бутонізація	249	236	208	174	34
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	251	238	210	178	32
25.09	без препарату	204	178	152	118	34
	Хелафіт, 2-3 листа	207	184	155	121	34
	Хелафіт, бутонізація	210	184	155	124	31
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	212	184	156	126	30

Кількість генеративних органів, утворених однією рослиною, 2025 р.

Строк сіви	Фаза внесення препарату	Генеративні органи				
		бутони	повноцінні квіти	стручки		
				всього	у т. ч.	
					повноцінні	недорозвинені
15.08	без препарату	228	217	204	174	30
	Хелафіт, 2-3 листа	229	219	204	176	28
	Хелафіт, бутонізація	234	221	206	179	27
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	236	223	208	182	26
05.09	без препарату	220	209	197	173	24
	Хелафіт, 2-3 листа	222	211	199	177	22
	Хелафіт, бутонізація	225	212	200	178	22
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	227	214	201	180	21
25.09	без препарату	134	119	118	101	17
	Хелафіт, 2-3 листа	135	122	118	103	15
	Хелафіт, бутонізація	138	124	118	105	13
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	140	127	119	106	13

Насіннєва продуктивність озимого ріпаку (середнє за 2023 – 2025 рр.)

Строк сівби	Препарат	Кількість насіння					
		на 1 рослину			на 1 м ²		
		всього	у т.ч		всього	у т.ч	
			з головного пагону	з бічних пагонів		з головного пагону	з бічних пагонів
15.08	без препарату	3,79	1,93	1,86	8,48	43,2	41,6
	Хелафіт, 2-3 листа	3,33	1,70	1,63	8,62	44,0	42,2
	Хелафіт, бутонізація	3,33	1,70	1,63	92,5	47,2	45,3
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,35	1,71	1,64	97,3	49,6	47,7
05.09	без препарату	4,08	2,45	1,83	102,4	61,4	41,0
	Хелафіт, 2-3 листа	3,83	2,30	1,53	111,4	69,4	43,0
	Хелафіт, бутонізація	4,01	2,41	1,60	116,1	69,7	46,4
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	4,00	2,40	1,60	118,9	71,3	47,6
25.09	без препарату	3,03	3,03	0,90	85,2	65,6	19,8
	Хелафіт, 2-3 листа	3,44	2,65	0,79	92,2	71,0	21,2
	Хелафіт, бутонізація	3,55	2,73	0,83	99,2	76,4	22,8
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	3,84	2,96	0,88	112,5	86,6	25,9

**Біологічна урожайність озимого ріпаку та рівень втрат при збиранні,
2023р.**

Строк сіви	Фаза внесення препарату	Рослин на 1м ²	Маса насіння з 1 рослин, г	Урожайність, г/м ²		Втрати	
				біологічна	фактична	г/м ²	%
15.08	без препарату	25	16,9	422	374	48	11,4
	Хелафіт, 2-3 листа	31	15,0	464	380	84	18,1
	Хелафіт, бутонізація	33	14,4	478	391	87	18,2
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	34	14,4	490	402	88	18,0
05.09	без препарату	31	15,6	481	462	19	4,0
	Хелафіт, 2-3 листа	34	14,1	511	480	31	6,1
	Хелафіт, бутонізація	34	14,3	538	486	52	9,7
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	34	14,7	559	500	59	10,6
25.09	без препарату	30	7,3	218	210	8	3,7
	Хелафіт, 2-3 листа	33	7,7	254	240	14	5,5
	Хелафіт, бутонізація	35	7,7	268	253	15	5,6
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	36	8,9	321	304	17	5,3

**Біологічна урожайність озимого ріпаку та рівень втрат при збиранні,
2024р.**

Строк сівби	Фаза внесення препарату	Рослини на 1м ²	Маса насіння з 1 рослини, г	Урожайність, г/м ²		Втрати	
				біологічна	фактична	г/м ²	%
15.08	без препарату	22	9,9	217	196	23	10,5
	Хелафіт, 2-3 листа	26	8,9	233	207	26	11,2
	Хелафіт, бутонізація	27	9,1	247	219	28	11,3
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	27	9,6	258	230	28	10,9
05.09	без препарату	22	10,4	230	213	17	7,4
	Хелафіт, 2-3 листа	27	10,3	279	260	19	6,8
	Хелафіт, бутонізація	27	11,3	304	284	20	6,6
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	27	11,9	320	300	20	6,3
25.09	без препарату	18	12,4	223	210	13	5,8
	Хелафіт, 2-3 листа	24	10,6	254	240	14	5,5
	Хелафіт, бутонізація	24	11,1	267	253	14	5,2
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	26	12,2	318	304	14	4,4

**Біологічна урожайність озимого ріпаку та рівень втрат при збиранні,
2025р.**

Строк сіви	Фаза внесення препарату	Рослини на 1 м ²	Маса насіння з 1 рослини, г	Урожайність, г/м ²		Витрати	
				біологічна	фактична	г/м ²	%
15.08	без препарату	20	16,8	335	292	43	12,8
	Хелафіт, 2-3 листа	24	14,9	357	301	56	15,7
	Хелафіт, бутонізація	24	15,3	367	314	53	14,4
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	26	14,9	387	332	55	14,2
05.09	без препарату	22	18,4	404	376	28	6,9
	Хелафіт, 2-3 листа	26	16,6	432	400	32	7,4
	Хелафіт, бутонізація	27	16,1	434	402	32	7,4
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	28	16,2	454	424	30	6,6
25.09	без препарату	20	15,8	314	305	9	2,9
	Хелафіт, 2-3 листа	25	13,7	343	334	11	3,2
	Хелафіт, бутонізація	27	13,6	366	357	12	3,3
	Хелафіт, 2-3 листа + бутонізація	28	14,8	415	402	13	3,1



ПРИВАТНО-ОРЕНДНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ЛАН"

Україна, 55601, Миколаївська обл., Баштанський р-н, місто Новий Буг

Довідка

**про впровадження/використання результатів наукової роботи здобувача наукового ступеня доктора філософії (PhD) Товпиги М.Л.
«ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ»**

Сучасні умови аграрного виробництва потребують заходів, що забезпечують найбільш реальний рівень продуктивності культур, високу якість насіння за одночасного зменшення витрат на їх вирощування. Одним із дієвих заходів для вирішення цих задач при вирощуванні сільськогосподарських культур є використання біологічних рістрегулюючих препаратів для інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин.

Наукова робота здобувача ступеня доктора філософії Максима Товпиги «Продуктивність ріпаку озимого залежно від строків сівби та позакореневиx підживлень в умовах півдня України», спрямована на обґрунтування та розробку елементів технології вирощування ріпаку озимого за пізніх строків сівби за використання сучасних рістрегулюючих препаратів за різних умов вирощування.

Результати наукової розробки впроваджені у виробництво на площі 51 га для вирощування ріпаку озимого із застосуванням запропонованих вченим заходами, при цьому додатковий економічний ефект склав 840 грн/га, що в перерахунку на всю площу становило 42,8 тис. грн. (за цінами 2025 року).

Директор ПОП «ЛАН»

26.08.2025 р.



Юрій ЛИТВИНЕНКО

ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ДАР ЛАНІВ"

Україна, 55542, Миколаївська обл., Баштанський р-н, село Микола-Гулак, вул.Першотравнева, б.12

Вих. №22/10-02
Від 22.10.2025 р.

Довідка

про впровадження результатів наукової роботи вченого Товпиги М.Л.
«ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ»

Однією із складових більш повної реалізації генетичного потенціалу вирощування ріпаку озимого є застосування сучасних регуляторів росту та біопрепаратів для захисту агроценозів від патогенів, що дозволить істотно зменшити хімічне навантаження на агрофітоценози в умовах змін клімату і отримати продукцію рослинництва високої якості. Наукова робота Товпиги М.Л. спрямована на визначення продуктивності ріпаку озимого залежно від строків сівби та позакореневих підживлень рослин в умовах півдня України.

Результати наукової розробки впроваджені у виробництво на площі 103 га для вирощування ріпаку озимого із застосуванням запропонованих дослідником заходами, при цьому додатковий економічний ефект склав 680 грн/га, що в перерахунку на всю площу становило 70,0 тис. грн.

Директор ПП «ДАР ЛАНІВ»



Ірина КУРІННА

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БАШТАНКА»

Україна, 55604, Миколаївська обл., Баштанський р-н, село Добре, вул. Привокзальна, 7

Довідка

про впровадження/використання результатів наукової роботи здобувача наукового ступеня доктора філософії (PhD) Товпиги М.Л.

«ПРОДУКТИВНІСТЬ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ»

Вирощування ріпаку в пізні строки сівби в сучасних умовах залишається актуальним, але водночас ризикованим агротехнічним прийомом, який найчастіше застосовується вимушено через дефіцит вологи або зміщення погодних умов. Запізнення з посівом призводить до слабкого осіннього розвитку рослин, недостатнього формування кореневої системи та гіршої перезимівлі, що безпосередньо впливає на зниження врожайності. Водночас за наявності вологи, використання адаптованих гібридів, підвищених норм висіву та інтенсивної системи живлення пізні посіви можуть забезпечити прийнятний рівень продуктивності.

Наукова робота здобувача ступеня доктора філософії Максима Товпиги «Продуктивність ріпаку озимого залежно від строків сівби та позакореневих підживлень в умовах півдня України», спрямована на обґрунтування та розробку елементів технології вирощування ріпаку озимого за пізніх строків сівби за використання сучасних рістрегулюючих препаратів за різних умов вирощування.

Результати наукової розробки впроваджені у виробництво на площі 88 га для вирощування ріпаку озимого із застосуванням запропонованих вченим заходами, при цьому додатковий економічний ефект склав 910 грн/га, що в перерахунку на всю площу становило 80,1 тис. грн. (за цінами 2025 року).

Директор ТОВ «Баштанка»



Андрій БОНДАРЕНКО

19.08.2025 р.