

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ПАВЛОВ ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК: 631.4:633.854

ДИСЕРТАЦІЯ

**Вплив біологічних препаратів на розкладання рослинних решток і
продуктивність соняшнику в умовах Степу України**

201 «Агрономія»

(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



В.О. Павлов

Науковий керівник:
Гамаюнова Валентина Василівна
докторка сільськогосподарських
наук, професорка

АНОТАЦІЯ

Павлов В. О. Вплив біологічних препаратів на розкладання рослинних решток і продуктивність соняшнику в умовах Степу України.
– Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв. 2025.

Соняшник - важлива олійна культура з великим економічним, екологічним і агротехнічним потенціалом. Він забезпечує стабільний прибуток і його використовують у різних напрямках. Завдяки високій посухостійкості та здатності адаптуватися до змінних кліматичних умов, соняшник є перспективним для зон із нестабільним кліматом і важливим для сталого землеробства. Морфологія рослини - глибока коренева система, теплолюбність і потреба у великій кількості світла - дозволяють вирощувати її на різних ґрунтах і в агрокліматичних регіонах. Розширення посівів соняшнику в Україні обумовлене економічними вигодами, кліматичними чинниками та впровадженням сучасних агротехнологій, що дозволяють збільшити урожайність і конкурентоспроможність на світовому ринку.

Приватне агропідприємство "Схід" має значний потенціал для розвитку, зважаючи на ґрунтово-кліматичні умови, проте сучасні їх зміни, такі як посухи, підвищення температур і дефіцит опадів, вимагають адаптації агротехнологій для забезпечення сталої врожайності. Агротехнічні заходи вирощування соняшнику у дослідженні були адаптовані під регіональні умови Степу України, без зрошення, у напрямку збереження ґрунтової родючості.

У наведених дослідженнях чітко простежується важлива роль біологічних препаратів, зокрема деструкторів стерні, у підтриманні та збагаченні ґрунту органічною речовиною, що є основним показником його родючості. У контрольних варіантах, де використовували лише мінеральне живлення без біопрепаратів, вміст органічної речовини був помітно нижчим як до сівби, так і по завершенні вегетації. Це свідчить про те, що лише мінеральне

удобрення не забезпечує сталого відтворення гумусового стану ґрунту, особливо в умовах інтенсивного землеробства.

Застосування деструкторів стерні, таких як Екостерн класік і лайт, сприяло прискоренню розкладу рослинних решток, збагаченню ґрунту свіжою органічною речовиною та посиленню мінералізаційних процесів, що покращувало доступність поживних елементів для рослин. Збільшення вмісту органіки (з 4,90% до 5,06%) вказує на ефективне біологічне відновлення родючості ґрунту, що є важливою складовою сталого землеробства.

Крім того, збереження та накопичення азоту, особливо гідролізованого, амонійного (NH_4^+) та нітратного (NO_3^-), у варіантах з деструкторами, свідчить про кращу здатність ґрунту утримувати й перетворювати азот у форми, доступні для рослин, за зменшення втрат. Без деструкторів стерні відбувалося зниження вмісту досліджуваних форм азоту.

На особливу увагу заслуговує вплив на рухомі форми фосфору та калію - важливих елементів для енергетичного обміну, синтезу білків, розвитку кореневої системи та процесів росту рослин. Застосування деструкторів істотно підвищувало доступність P_2O_5 і K_2O , що не тільки збільшувало врожайність, а й активізувало біологічну активність ґрунту, що позитивно впливає на довготривале збереження фізико-хімічних його властивостей.

Визначено, що Стоп стрес, хоча й не мав прямого впливу на гумус або мінеральні складові ґрунту, проте підвищував ефективність засвоєння поживних речовин рослинами, що в свою чергу зменшує навантаження на ґрунт, попереджаючи вимивання або закріплення елементів живлення.

Без застосування деструкторів розклад стерні за три роки становив лише 53,2%, тоді як із біопрепаратами цей показник значно зростав: від 58,6% (Екостерн лайт) до 66,8% (Екостерн бактеріальний). Екостерн класичний також суттєво перевищував контроль - 64,5%. Різниця між контрольним варіантом і біодеструкторами була статистично значущою. Найвищу ефективність у розкладанні стерні забезпечив Екостерн бактеріальний.

Загальна кількість мікроорганізмів у ґрунті коливалася від 63,2 до 107,4 тис. КУО/г. У варіантах із Екостерн класік і Екостерн бактеріальний патогенних грибів не виявлено. В інших зразках частка фітопатогенів складала від 4,5 до 17,6%, представлена двома видами *Fusarium* (*F. oxysporum* та *F. verticillioides*). Сапротрофні гриби належали до роду *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*, *Gliocladium*, *Aspergillus* та *Trichoderma*. Потенційні токсинопродуценти становили 68,8–87,1% від загальної мікрофлори. Частка грибів роду *Trichoderma* була стабільною (22,6–23,5%), з найвищим значенням у варіанті Екостерн Бактеріальний (37,5%).

У контрольному варіанті площа листкової поверхні соняшнику становила 24,7 см² на початку формування кошиків і збільшувалася до 37,8 см² у фазі цвітіння, що було найнижчими значеннями серед досліджуваних варіантів. Використання біодеструктора Екостерн класік сприяло збільшенню площі листків на 3,7 см² (до 28,4 см²) на початку формування кошиків і на 1,9 см² (до 39,7 см²) у період цвітіння. Найвищих показників площі листкової поверхні було досягнуто у варіанті з комбінацією Екостерн бактеріальний + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес - 35,7 см² на початку формування кошиків і 42,2 см² у фазі цвітіння. Застосування біодеструкторів збільшує площу листків порівняно з контролем, а додавання препарату Стоп стрес підсилює цей ефект, що є особливо важливим за стресових умов.

Чиста продуктивність фотосинтезу у контрольному варіанті була дещо вищою, ніж у варіантах з біодеструкторами, що може свідчити про більш активний обмін речовин у рослин. Застосування Стоп стрес дещо знижувало продуктивність фотосинтезу, ймовірно, через адаптаційні процеси в рослинах.

Водоспоживання соняшнику залежало від погодних умов: максимум 3811 м³/га - у вологому 2023 році, мінімум 1505 м³/га - у посушливому 2024 році. У 2023 році частка опадів склала 77,7%, у 2024 - лише 57,3%, при цьому рослини більше використовували ґрунтову вологу (42,7%). Посуха 2024 року негативно вплинула на врожайність соняшнику. Визначено сильний кореляційний зв'язок між урожайністю і водоспоживанням ($R = 0,99$).

Коефіцієнт водоспоживання змінювався залежно від року зволоження, обробки насіння, застосування деструкторів і підживлення. Найекономніше вологу рослини використовували в посушливому 2022 році, найвищий коефіцієнт - у 2023-му (особливо у контролі і при Екостерн лайт). Найкраще волога використовувалася у варіантах з антистресантом Стоп стрес, особливо у комбінації з Екостерн бактеріальним. Обробка насіння Мікофрендом зменшувала коефіцієнт водоспоживання. Найнижчими витрати води були за комплексного застосування Мікофренду, біодеструкторів і Стоп стресу. Оптимальною для економного використання води була їхня комбінація.

За три роки середня врожайність насіння соняшнику у контролі склала 2,37 т/га (обробка водою) та 2,48 т/га (Мікофрендом). Препарат Стоп стрес підвищував врожайність до 2,64 і 2,76 т/га відповідно. Біодеструктори стерні (Екостерн класік, лайт, бактеріальний) забезпечували більш високу врожайність порівняно з контролем. Максимальну врожайність - до 2,89 т/га - сформовано за поєднання Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес із Мікофрендом. Відмінностей між біодеструкторами не визначено. Мікофренд стабільно підвищував урожайність, особливо в комбінації з біодеструкторами та антистресантом. Найбільший приріст від обробки насіння Мікофрендом отримали у найвологішому 2023 році. Стоп стрес позитивно впливав на врожайність у всіх варіантах, особливо з деструкторами стерні і Мікофрендом.

У контролі формувався найменшим діаметр кошика - 16,7 см. Біодеструктори збільшували його на 0,6–0,7 см, а поєднання з Стоп стресом - до 19,1 см (на 2,4 см більше контролю). Кількість кошиків зросла з 4,2 до 4,6 шт./м², а кількість насінин у кошику значно збільшилась при застосуванні біодеструктора зі Стоп стресом - максимум 882 насінини (на 137 більше за контроль). Маса насіння з кошика зросла до 49,6 г, 1000 насінин - 57,4 г, особливо за комплексного застосування біодеструкторів і антистресанту.

У контрольному варіанті без біопрепаратів, але з добривами N₅ і Граундфікс, вміст сирого жиру в насінні соняшнику становив 44,1–44,3%. Застосування біодеструкторів стерні Екостерн підвищувало цей показник на

0,5–1,0%. Використання антистресового препарату Стоп стрес посилювало ефект, досягаючи понад 45,0% жиру, особливо у варіантах з Екостерн класік та Екостерн бактеріальним у поєднанні зі Стоп стресом. Обробка насіння Мікофрендом також сприяла незначному зростанню вмісту жиру в зерні (на 0,1–0,3%) порівняно з обробкою насіння водою. Максимальних значень (45,4–45,6%) досягли за комплексного застосування Екостерн класік або бактеріального, N₅, Граундфіксу, Стоп стресу та Мікофренду. Без Стоп стресу вміст жиру в зерні соняшнику був на 0,3–0,4% нижчим.

Умовний вихід олії також зростав від застосування антистресового препарату Стоп стрес у комбінації з біодеструкторами та підживленням. Найвищий умовний вихід олії - 1,31 т/га - забезпечили варіанти з Екостерн класік або Екостерн бактеріальний у поєднанні з N₅, Граундфіксом, Стоп стресом та обробкою насіння Мікофрендом. Біодеструктори Екостерн класік і лайт забезпечили вищий умовний вихід олії порівняно з контролем.

У контрольному варіанті з обробкою насіння водою лушпинність насіння була найвищою - 21,8%. Нижчі значення (20,8%) забезпечили варіанти з біодеструкторами, за поєднання з Стоп стресом та обробкою Мікофрендом. Обробка насіння Мікофрендом знижувала лушпинність на 0,3–0,7% порівняно з передпосівною обробкою його водою. Зменшення лушпинності збільшувало вихід ядра, що підвищує умовний вихід олії. Встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок між лушпинністю і врожайністю соняшнику ($R^2 = 0,90$).

Максимальних показників вартості валової продукції (36,1 тис. грн/га), чистого прибутку (21,7 тис. грн/га) та рівня рентабельності (150,9%) досягнуто за комплексного застосування біодеструктора Екостерн класік із добривами N₅, Граундфікс, антистресантом Стоп стрес і обробкою насіння перед сівбою Мікофрендом. Незважаючи на більші витрати на вирощування, економічна ефективність перевищувала контроль. Найвищу рентабельність (157,4%) визначили у варіанті обробки насіння водою (без Мікофренду), проте чистий прибуток при цьому нижчий.

Розрахунком енергетичної ефективності підтверджено, що застосування біодеструкторів Екостерн у комбінації з добривами, Стоп стресом і передпосівною обробкою насіння Мікофрендом значно підвищує енергоефективність: надходження енергії з урожаєм перевищувало 67 ГДж/га, приріст енергії - до 45,8 ГДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності - до 3,07, енергоемність продукції - 7,65 ГДж/т, що оптимальніше за контроль.

Ключові слова: соняшник, біопрепарати, передпосівна обробка насіння, деструктори стерні, показники родючості ґрунту, ресурсоощадне живлення, антистресанти, мікробіота ґрунту, сумарне водоспоживання та його баланс, коефіцієнт водоспоживання, ріст і розвиток рослин, фотосинтетична діяльність, урожайність, якість насіння, вміст і умовний вихід олії, кореляційний зв'язок, економічна та енергетична ефективність, кліматичні умови.

ABSTRACT

Pavlov V. O. Effect of Biological Preparations on the Decomposition of Plant Residues and Sunflower Productivity under the Conditions of the Ukrainian Steppe. – Qualification scientific work as a manuscript. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 Agronomy (20 Agricultural Sciences and Food). Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv. 2025.

Sunflower is an important oilseed crop with significant economic, ecological, and agronomic potential. It provides a stable income and is used in various directions. Due to its high drought resistance and ability to adapt to changing climatic conditions, sunflower is promising for areas with unstable climates and is important for sustainable agriculture. The plant's morphology - a deep root system, warmth-loving nature, and need for ample light - allows it to be grown in various soils and agro-climatic regions. The expansion of sunflower cultivation in Ukraine is driven by economic benefits, climatic factors, and the implementation of modern agrotechnologies that increase yield and competitiveness in the global market.

The private agricultural enterprise "Skhid" has significant potential for development, considering the soil and climatic conditions; however, current changes such as droughts, rising temperatures, and precipitation deficits require the adaptation of agrotechnologies to ensure sustainable yields. The agrotechnical measures for sunflower cultivation in this study were adapted to the regional conditions of the Southern Steppe of Ukraine, without irrigation, focusing on soil fertility preservation.

In the presented studies, the important role of biological preparations, particularly stubble decomposers, in maintaining and enriching the soil with organic matter, a key indicator of its fertility, can be clearly observed. In the control variants, where only mineral nutrition was used without biological preparations, the organic matter content was significantly lower both before sowing and at the end of the growing season. This indicates that mineral fertilization alone does not ensure the sustainable reproduction of the soil's humus state, especially under intensive farming conditions.

Stubble decomposers, such as Ekostern Classic and Light, contributed to the acceleration of plant residue decomposition, enriching the soil with fresh organic matter and enhancing mineralization processes, improving nutrient availability for plants. The increase in organic content (from 4.90% to 5.06%) indicates effective biological restoration of soil fertility, which is an important component of sustainable agriculture.

Moreover, the preservation and accumulation of nitrogen, particularly hydrolyzed ammonium (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-), in the variants with decomposers indicates a better ability of the soil to retain and convert nitrogen into forms available for plants, thereby reducing losses. Without stubble decomposers, there was a decrease in the content of the studied forms of nitrogen.

Particular attention should be paid to the impact on mobile forms of phosphorus and potassium - essential elements for energy metabolism, protein synthesis, root system development, and plant growth processes. The application of decomposers significantly increased the availability of P_2O_5 and K_2O , which not

only increased yield but also activated soil biological activity, positively influencing the long-term preservation of its physicochemical properties.

It has been determined that Stop Stress, although it did not have a direct impact on humus or mineral components of the soil, increased the efficiency of nutrient uptake by plants, which in turn reduces the load on the soil, preventing the leaching or fixation of nutrients.

Without the use of decomposers, the decomposition of stubble over three years was only 53.2%, whereas with biological preparations this figure significantly increased: from 58.6% (Ekostern Light) to 66.8% (Ekostern Bacterial). Ekostern Classic also significantly exceeded the control at 64.5%. The difference between the control variant and the biological decomposers was statistically significant. The highest effectiveness in stubble decomposition was provided by Ekostern Bacterial.

The total number of microorganisms in the soil ranged from 63.2 to 107.4 thousand CFU/g. No pathogenic fungi were detected in the variants with Ekostern Classic and Ekostern Bacterial. In other samples, the share of phytopathogens ranged from 4.5 to 17.6%, represented by two species of *Fusarium* (*F. oxysporum* and *F. verticillioides*). Saprotrophic fungi belonged to the genera *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*, *Gliocladium*, *Aspergillus*, and *Trichoderma*. Potential toxin producers accounted for 68.8–87.1% of the total microflora. The proportion of *Trichoderma* fungi was stable (22.6–23.5%), with the highest value in the Ekostern Bacterial variant (37.5%).

In the control variant, the leaf area of sunflower was 24.7 cm² at the beginning of basket formation and increased to 37.8 cm² at the flowering stage, which were the lowest values among the studied variants. The use of the biological decomposer Ekostern Classic contributed to an increase in leaf area by 3.7 cm² (to 28.4 cm²) at the beginning of basket formation and by 1.9 cm² (to 39.7 cm²) during flowering. The highest leaf area was achieved in the variant with the combination of Ekostern Bacterial + N₅ + Groundfix + Stop Stress - 35.7 cm² at the beginning of basket formation and 42.2 cm² at the flowering stage. The application of biological

decomposers increases leaf area compared to the control, and the addition of Stop Stress enhances this effect, which is particularly important under stress conditions.

The net photosynthetic productivity in the control variant was somewhat higher than in the variants with biodestructors, which may indicate a more active metabolism in the plants. The application of Stop Stress slightly reduced photosynthetic productivity, likely due to adaptive processes in the plants.

The water consumption of sunflowers depended on weather conditions: a maximum of 3811 m³/ha in the wet year of 2023 and a minimum of 1505 m³/ha in the dry year of 2024. In 2023, the share of precipitation was 77.7%, while in 2024 it was only 57.3%, with plants utilizing more soil moisture (42.7%). The drought in 2024 negatively affected sunflower yield. A strong correlation was established between yield and water consumption ($R = 0.99$).

The water consumption coefficient varied depending on the year of moisture, seed treatment, application of destructors, and fertilization. Plants utilized moisture most economically in the dry year of 2022, while the highest coefficient was recorded in 2023 (especially in the control and with Ekostern Light). The best moisture utilization was observed in variants with the anti-stress agent Stop Stress, particularly in combination with Ekostern Bacterial. Seed treatment with Mycofrend reduced the water consumption coefficient. The lowest water expenditure was noted with the combined application of Mycofrend, biodestructors, and Stop Stress. Their combination was optimal for economical moisture use.

Over three years, the average yield of sunflower seeds in the control was 2.37 t/ha (water treatment) and 2.48 t/ha (Mycofrend). The Stop Stress preparation increased yields to 2.64 and 2.76 t/ha, respectively. Biodestructors for stubble (Ekostern Classic, Light, Bacterial) provided higher yields compared to the control. The maximum yield of up to 2.89 t/ha was achieved with the combination of Ekostern Classic + N₅ + Groundfix + Stop Stress with Mycofrend. No differences were found between the biodestructors. Mycofrend consistently increased yield, especially in combination with biodestructors and the anti-stress agent. The greatest increase from seed treatment with Mycofrend was observed in the wettest year of

2023. Stop Stress positively influenced yield in all variants, especially with stubble destructors and Mycofrend.

In the control variant, the most minor diameter of the flower head was formed at 16.7 cm. The biodestructors increased it by 0.6–0.7 cm, while the combination with Stop Stress resulted in a diameter of up to 19.1 cm (2.4 cm more than the control). The number of flower heads increased from 4.2 to 4.6 heads/m², and the number of seeds per head increased dramatically with the application of the biodestructor combined with Stop Stress, reaching a maximum of 882 seeds (137 more than the control). The seed mass per head increased to 49.6 g, and the mass of 1000 seeds reached 57.4 g, especially with the combined application of biodestructors and the anti-stress agent.

In the control variant without biopreparations but with fertilizers N₅ and Groundfix, the crude fat content in sunflower seeds was 44.1–44.3%. The application of stubble biodestructors Ekostern increased this indicator by 0.5–1.0%. Using the anti-stress agent Stop Stress enhanced this effect, achieving over 45.0% fat content, particularly in variants with Ekostern Classic and Ekostern Bacterial combined with Stop Stress. Seed treatment with Mycofrend also contributed to a slight increase in fat content in the seeds (by 0.1–0.3%) compared to seed treatment with water. Maximum values (45.4–45.6%) were achieved with the combined application of Ekostern Classic or Bacterial, N₅, Groundfix, Stop Stress, and Mycofrend. Without Stop Stress, the fat content in sunflower seeds was 0.3–0.4% lower.

The conditional oil yield also increased with applying the anti-stress agent Stop Stress in combination with biodestructors and fertilization. Variants provided the highest conditional oil yield of 1.31 t/ha with Ekostern Classic or Ekostern Bacterial combined with N₅, Groundfix, Stop Stress, and seed treatment with Mycofrend. The biodestructors Ekostern Classic and Light provided a higher conditional oil yield than the control.

In the control variant with seed treatment using water, the seed huskiness was highest at 21.8%. Lower values (20.8%) were recorded for variants with biodestructors, particularly in combination with Stop Stress and Mycofrend

treatment. Treatment with Mycofrend reduced huskiness by 0.3-0.7% compared to pre-sowing treatment with water. The reduced huskiness increased kernel yield, enhancing the conditional oil yield. A robust correlation was established between huskiness and sunflower yield ($R^2 = 0.90$).

The highest values of gross output (36.1 thousand UAH/ha), net profit (21.7 thousand UAH/ha), and profitability level (150.9%) were achieved through the combined use of the biodestructor Ekostern Classic with fertilizers N₅, Groundfix, the anti-stress agent Stop Stress, and seed treatment with Mycofrend before sowing. Despite higher cultivation costs, the economic efficiency exceeded that of the control. The highest profitability (157.4%) was recorded in the variant where seeds were treated with water (without Mycofrend), although the net profit in this case was lower.

Energy efficiency calculations confirmed that the use of Ekostern biodestructors in combination with fertilizers, Stop Stress, and seed treatment with Mycofrend significantly increases energy efficiency: energy input from the yield exceeded 67 GJ/ha, energy gain reached 45.8 GJ/ha, the energy efficiency ratio was up to 3.07, and the energy intensity of production was 7.65 GJ/t, which is more optimal compared to the control.

Keywords: *sunflower, biopreparations, seed pre-sowing treatment, stubble destructors, soil fertility indicators, resource-saving nutrition, antistress agents, soil microbiota, total water consumption and its balance, water consumption coefficient, plant growth and development, photosynthetic activity, yield, grain quality, oil content and conditional oil yield, correlation relationship, economic and energy efficiency, climatic conditions.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Гамаюнова В. В., Павлов В. О. Сумарне водоспоживання соняшнику за впливу досліджуваних факторів в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник* № 140. 2024. С. 88–95. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.12> (Здобувачем проведено польові дослідни, узагальнено результати досліджень, сформульовано висновки і рекомендації, підготовлено матеріали до друку, частка участі 85%).
2. Гамаюнова В. В., Павлов В. О. Від стерні до здорового ґрунту: роль біодеструкторів у сільському господарстві. *Аграрні інновації*. 2024. No 28. С. 32–37. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.5> (Здобувачем опрацьовано літературу, інформаційні джерела та написано статтю, частка участі 95%).
3. Гамаюнова В. В., Павлов В. О. Роль біодеструкторів, передпосівної обробки насіння та оптимізації мінерального живлення у формуванні врожайності соняшнику. *Аграрні інновації*. 2025. No 29. С. 29-34. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.5> (Здобувачем проведено польові дослідни, узагальнено результати досліджень, сформульовано висновки і рекомендації, підготовлено матеріали до друку, частка участі 85%).
4. Гамаюнова В. В., Павлов В. О. Вміст жиру в насінні соняшнику за комплексного впливу біодеструкторів стерні, позакореневого підживлення та передпосівної обробки насіння. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2025, № 38:70–79. DOI: 10.36710/ЛОС-2025-38-07 (Здобувачем проведено польові дослідни, узагальнено результати досліджень, сформульовано висновки і рекомендації, підготовлено матеріали до друку, частка участі 75%).

Матеріали науково-практичних конференцій

1. Воронкова Г.М., Єрмолаєв В.М., Павлов В.О., Гамаюнова В.В. Можливість покращення стану родючості ґрунту в умовах півдня України на

засадах екологізації та ресурсозбереження. *Сучасні аспекти підвищення продуктивності та адаптивного потенціалу у контексті європейського зеленого курсу*: Матеріали Міжн. Наук.-практ. конф., присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН. 135-річчю від дня народження Єремєєва І.М., 125-річчю від дня народження Фрідріха А.Й., 115-річчю від дня народження - Ремесла В.М. с. Центральне, 16 листопада 2022. С.170-171. *(Здобувач прийняв участь у зборі експериментального матеріалу)*.

2. Гамаюнова В.В., **Павлов В.О.**, Троїцький І.М., Задирко Р.В., Бакланова Т. В. Розробка енергозберігаючих елементів у сучасних технологіях вирощування олійних культур. Матеріали IV Міжн. наук.-практ. онлайн конф.: *«Тенденції розвитку та виклики сучасній аграрній науці й освіті, за змінних кліматичних та політичних умов»* 28-30 листопада 2022 року. Націон. унів. біоресурсів і природокористування України. м. Київ. С.8-10. *(Здобувачем отримано частину експериментального матеріалу, на основі якого підготовано тези)*

3. **Павлов В. О.**, Гамаюнова В. В. Ефективність біопрепаратів у сучасному землеробстві. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції*, 21-22 березня 2024 р., м. Миколаїв: МНАУ, 2024. С. 111-115. УДК 631.147:631.874 *(Здобувачем опрацьовано літературу та написано тези)*.

4. Гамаюнова В. В., **Павлов В. О.** Екологічна революція: роль біодеструкторів стерні у вирощуванні соняшнику. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 6 грудня 2024 року / Наукова редакція: Анджей Борусевич, Януш Лісовський, Валентина Гамаюнова, Тетяна Манушкіна. Ломжа – Миколаїв. Видавництво: MANS w Łomży, 2025. С. 152–154. *(Здобувачем опрацьовано літературу та написано тези)*

5. Gamayunova V., **Pavlov V.**, Baklanova T. Environmentally safe approaches to sunflower cultivation. *Research in Science, Technology and Economics: Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity"* with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. March 5-7, 2025. Luxembourg, Luxembourg. P. 24–28. ISBN 979-8-89704-985-1 (series).

6. **Павлов В. О.**, Бакланова Т.В. Вплив біодеструкторів та досліджуваних елементів технології вирощування соняшнику на ознаки родючості ґрунту. *Theoretical and empirical scientific research: concept and trends: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ»* with Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Oxford, March 7, 2025. Oxford - Vinnytsia: P.C. Publishing House & UKRLOGOS Group LLC, 2025. С. 160–167. DOI 10.36074/logos-07.03.2025.032 (Здобувачем отримано частину експериментального матеріалу, на основі якого підготовано тези).

7. Гамаюнова В.В., **Павлов В.О.** Оптимізація живлення як ефективний підхід до використання вологи. *Вода для майбутнього: управління, збереження, інновації: Збірник тез XIII Міжнародної науково-практичної конференції*, м. Київ, 25-26 березня 2025 року С. 298-301. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg2025> (Здобувачем опрацьовано літературу та написано тези)

8. Гамаюнова В.В., **Павлов В.О.**, Бакланова Т.В. Якість зерна соняшнику залежно від застосування біодеструкторів у контексті кліматичних змін та збереження родючості ґрунтів. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату», присвяченої до 130-річчя заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, смт Хлібодарське, 28 березня 2025 року. Одеса: Одеська ДСДС ІКОСГ НААН,

2025. С.112-115. *(Здобувачем отримано частину експериментального матеріалу, на основі якого підготовано тези).*

9. Гамаюнова В. В., **Павлов В. О.**, Бакланова Т. В. Роль біодеструкторів і живлення у формуванні врожаю зерна соняшнику та впливі на ґрунтову мікробіоту. *Інноваційні технології в рослинництві та землеробстві* : зб. праць учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. (3–4 квіт. 2025 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2025. с 78-85. *(Здобувачем отримано частину експериментального матеріалу, на основі якого підготовано тези).*

10. Гамаюнова В. В., **Павлов В. О.**, Бакланова Т. В. Біодеструктори стерні як складова сталого землеробства та підвищення родючості ґрунту. *Органічне виробництво і продовольча безпека: цифрові технології та інновації* : збірник праць учасників XII Міжнародної науково-практичної конференції (15–16 травня 2025 р.). Житомир: Поліський нац. університет, 2025. С. 45-49. *(Здобувачем опрацьовано літературу та написано тези)*

РОЗДІЛ 3	ГРУНТОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ІНДИКАТОР ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ.....	80
	3.1. Вплив біодеструкторів та досліджуваних елементів технології вирощування соняшнику на ознаки родючості ґрунту.....	80
	3.2. Вплив досліджуваних факторів технології на вміст рухомих елементів живлення в ґрунті за вирощування соняшнику.....	87
	3.3. Вплив біодеструкторів на інтенсивність розкладання рослинних решток.....	94
	3.4. Ґрунтова мікробіота.....	97
	Висновки до розділу 3.....	103
	Публікації за розділом 3.....	105
РОЗДІЛ 4	РОСТОВІ ПРОЦЕСИ ТА ВОДОСПОЖИВАННЯ СОНЯШНИКУ ЗА ВПЛИВУ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ, ДЕСТРУКТОРІВ СТЕРНІ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН.....	107
	4.1. Динаміка ростових процесів соняшнику під впливом інокуляції насіння, застосування деструкторів стерні та позакореневого підживлення.....	107
	4.2. Інтегрований вплив інокуляції, деструкторів стерні та позакореневого підживлення на водоспоживання соняшнику.....	112
	Висновки до розділу 4.....	124
	Публікації за розділом 4.....	125
РОЗДІЛ 5	УРОЖАЙНІСТЬ, ЕЛЕМЕНТИ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ	

ЗА ВПЛИВУ ІНОКУЛЯЦІЇ, ДЕСТРУКТОРІВ СТЕРНІ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ.	126
5.1. Урожайність насіння соняшнику залежно від досліджуваних факторів та років вирощування.....	126
5.2. Формування структури врожаю соняшнику під впливом елементів біологізованої технології.....	132
5.3. Показники якості насіння соняшнику залежно від інокуляції насіння, внесення деструкторів стерні та позакореневого підживлення рослин.....	141
Висновки до розділу 5.....	153
Публікації за розділом 5.....	154
РОЗДІЛ 6 ВПЛИВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ НА ЕКОНОМІЧНУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ	155
Висновки до розділу 6.....	162
ВИСНОВКИ.....	163
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	167
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	168
ДОДАТКИ.....	199

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Південний Степ України є одним із найбільш провідних сільськогосподарських регіонів, де вирощування соняшнику займає важливе місце у структурі посівних площ. Однак тривале використання традиційних агротехнологій, часте повторне вирощування соняшнику в сівозміні та кліматичні зміни створюють значні виклики для забезпечення стійкості виробництва та збереження родючості ґрунтів.

В умовах Південного Степу, який характеризується аридним кліматом, нестачею вологи та деградаційними процесами ґрунтів, найважливішого значення набуває їх збагачення органічною речовиною. Саме від її кількості в ґрунті залежить можливість накопичення та утримання опадів. Особливої актуальності набувають дослідження ефективності біодеструкторів, які здатні прискорювати розкладання свіжої органіки. Їх використання дозволяє ефективно заробляти органічні рештки, сприяє прискоренню їх мінералізації, підвищенню мікробіологічної активності ґрунту та покращенню умов для росту і розвитку рослин.

Соняшник є однією з найважливіших олійних культур України, тому підвищення його врожайності є стратегічним завданням. Оцінка впливу біодеструкторів на продуктивність цієї культури допоможе визначити оптимальні технологічні підходи для підвищення ефективності сільськогосподарської галузі, збереження родючості ґрунту та екологічної рівноваги.

Таким чином, тема дослідження є актуальною з огляду на необхідність розробки інноваційних рішень для оптимізації сільськогосподарських технологій в умовах сучасних кліматичних і виробничих викликів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Дисертація виконана згідно тематики науково-дослідної роботи Миколаївського національного аграрного університету «Застосування інноваційних комплексних технологій живлення польових культур у

сівозмінах зони Степу України» (№ держреєстрації: 0117U000486) та «Дослідити закономірності змін основних показників родючості ґрунту і ростових процесів рослин за оптимізації систем обробітку ґрунту, удобрення та удосконалити елементи системи ведення землеробства за зміни клімату в умовах Південного Степу України» (№ держреєстрації: 0123U101269).

Мета і завдання дослідження. Розробити сучасні елементи технології вирощування соняшнику з метою підвищення його зернової продуктивності без зниження родючості ґрунту. За розміщення соняшнику після пшениці озимої дослідити ефективність внесення біологічних деструкторів на процеси розкладання рослинних решток, покращення агрохімічних і фізичних властивостей ґрунту, мікробіологічну активність, а також їхній вплив на продуктивність соняшнику в умовах Степу України. Вивчити вплив передпосівної обробки насіння Мікофрендом та проведення позакореневого підживлення антистресантом.

Завдання дослідження

- ❖ Проаналізувати літературні джерела та сучасний стан досліджень щодо проведення інокуляції насіння, позакореневих підживлень та використання біодеструкторів у сільському господарстві.
- ❖ Визначити вплив біодеструкторів на швидкість розкладання рослинних решток пшениці озимої в умовах Степу України.
- ❖ Оцінити вплив досліджуваних факторів на показники родючості ґрунту та його мікробіологічну активність.
- ❖ Дослідити вплив досліджуваних факторів на сумарне водоспоживання, його баланс та ефективність використання вологи рослинами соняшнику на формування одиниці врожаю.
- ❖ Визначити врожайність та основні показники якості насіння соняшнику за впливу факторів, які взято на дослідження.
- ❖ Визначити економічну та енергетичну ефективність застосування біодеструкторів, проведення інокуляції насіння та позакореневих підживлень у технології вирощування соняшнику.

- ❖ Розробити рекомендації щодо оптимального поєднання факторів для збільшення продуктивності соняшнику після пшениці озимої в агрокліматичних умовах Степу України за збереження основних ознак родючості ґрунту.

Об'єкт дослідження - процес формування продуктивності гібриду соняшнику Р64LP130 залежно від використання різних біологічних деструкторів стерні, передпосівної обробки насіння та антистресанту для позакореневого підживлення.

Предмет дослідження - гібрид соняшнику Р64LP130, обробка насіння Мікофрендом, позакореневе підживлення антистресантом, біологічні деструктори стерні, урожайність і якість насіння.

Методи дослідження: Вирішення поставлених завдань здійснювали за допомогою використання *загальнонаукових методів дослідження*:

Гіпотеза - припущення, які ми перевіряли в досліді;

Експеримент – наш дослід є провідним методом агрономічних досліджень разом з висуванням гіпотез та спостереженнями;

Спостереження – за настанням основних періодів вегетації та ростовими процесами рослин соняшнику залежно від кліматичних умов року вирощування та досліджуваних факторів.

Візуальний – для настання фаз розвитку та фенологічних спостережень;

Метод пробного снопа – для встановлення елементів структури врожаю та індивідуальної продуктивності рослин;

Ваговий – для визначення врожайності насіння та маси 1000 насінин;

Синтез – для обґрунтування висновків та рекомендацій виробництву.

Спеціальних:

Польовий – для дослідження взаємозв'язку об'єкта з біотичними та абіотичними чинниками в умовах зони вирощування;

Лабораторний – для аналізу ознак родючості ґрунту та показників якості насіння;

Для аналізу й узагальнення експериментальних даних

Математичний та статистичний – для визначення достовірності отриманих результатів;

Кореляційний – для визначення залежності та взаємозв'язку між окремими показниками;

Розрахунковий та порівняльно-обчислювальний – для визначення економічної та енергетичної ефективності досліджуваних елементів технології у вирощуванні соняшнику після пшениці озимої.

Наукова новизна результатів дослідження У дослідженні вперше в умовах Степу України були дібрано та охарактеризовано біологічні деструктори, які ефективно сприяють розкладанню рослинних решток, що може стати основою для подальшого вивчення та впровадження у землеробській галузі.

Дослідженням підтверджено позитивні ефекти застосування різних біологічних деструкторів на розкладання рослинних залишків, що дозволяє адаптувати технології їх використання до кліматичних та ґрунтових умов Південного Степу. Вперше було детально проаналізовано вплив біологічних деструкторів на агрохімічні показники ґрунту, що дозволяє стверджувати про їхню роль у покращенні родючості ґрунту через збільшення вмісту органічної речовини та посилення мікробіологічної активності.

Дослідженнями встановлено кореляційні зв'язки між використанням біологічних деструкторів, швидкістю розкладання рослинних решток та підвищенням врожайності соняшнику, що засвідчує важливість впровадження таких технологій у системи землеробства.

Розроблені рекомендації щодо економічної доцільності застосування біологічних деструкторів виявили їх потенціал не лише для підвищення врожайності, але й для зниження витрат на виробництво та збереження родючості ґрунту.

Отримані результати свідчать про значний науковий внесок у напрямі використання біологічних деструкторів у галузі сільського господарства, а

також їхній потенціал для покращення основних ознак родючості ґрунту в умовах Степу України.

вперше в умовах Степу України розроблено ресурсоощадні елементи технології за вирощування соняшнику після пшениці озимої з метою формування сталої продуктивності насіння, ощадливого використання вологи рослинами та впливу на основні ознаки родючості ґрунту;

удосконалено оптимізацію живлення рослин соняшнику на засадах заощадження ресурсів, а саме: заробка соломи та післяжнивних решток попередньої культури пшениці озимої із застосуванням біодеструкторів стерні, обробка насіння перед сівбою Мікофрендом, внесення N_5 + Граундфікс та проведення позакореневого підживлення Стоп стресом з метою забезпечення сталого рівня врожаю насіння соняшнику за збереження родючості ґрунту та високої економічної ефективності;

набули подальшого розвитку рекомендації вирощування соняшнику як найбільш поширеної культури без зниження родючості ґрунтів, що забезпечує підвищення і отримання сталих рівнів урожаю насіння без негативного впливу на навколишнє середовище.

Практичне значення результатів дослідження.

Дослідженнями з соняшником визначено, що оптимізація живлення культури на засадах ресурсозбереження, а саме: заробка соломи та післяжнивних решток попередньої культури пшениці озимої із застосуванням біодеструкторів стерні, обробка насіння перед сівбою Мікофрендом, внесення N_5 + Граундфікс та проведення позакореневого підживлення Стоп стресом дозволяє підвищити врожайність насіння з 2,48 т/га у контролі до 2,89 т/га в кращих варіантах поєднання факторів та забезпечується збереженість родючості ґрунту та показники сталої економічної ефективності.

Досліджувані елементи технології дозволяють збільшити накопичення органічної речовини в ґрунті, поліпшити його водопоглинальну здатність та підвищити зернову продуктивність соняшнику без негативного впливу на довкілля. Зростання продуктивності соняшнику за впровадження

удосконалених нами заходів підтверджено у виробничих дослідах (Фермерське господарство Д-АЛЕЛЛЬ с. Покровське Врадіївського р-н. Миколаївська обл. та приватне підприємство Золота Нива 2019, м. Новий Буг Миколаївська обл.).

Особистий внесок здобувача. Участь у формуванні гіпотези наукового дослідження, розробці програми досліджень, аналізі та узагальненні наукових даних відповідно до теми дисертації, проведенні експериментів, здійсненні польових обліків і спостережень, відборі та аналізі зразків рослин і ґрунту, обґрунтуванні результатів, статистичній обробці даних, формулюванні висновків, апробації та впровадженні отриманих результатів у аграрних підприємствах, підготовці публікацій за результатами дослідження та написанні дисертаційної роботи.

Апробація матеріалів дисертації. Результати наукового дослідження представлено на:

➤ Міжнародній науково-практичній конференції присвяченій 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН. 135-річчю від дня народження Єремєєва І.М., 125-річчю від дня народження Фрідріха А.Й., 115-річчю від дня народження - Ремесла В.М. с. Центральне, (16 листопада 2022 р.).

➤ IV Міжнародній науково-практичній онлайн конференції: *«Тенденції розвитку та виклики сучасній аграрній науці й освіті, за змінних кліматичних та політичних умов»* (28-30 листопада 2022 р.) Націон. унів. біоресурсів і природокористування України. м. Київ.

➤ *всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва»* (21-22 березня) 2024 р., м. Миколаїв: МНАУ, 2024.

➤ Міжнародній науково-практичній конференції (6 грудня 2024) Ломжа – Миколаїв. MANS w Łomży, 2025.

➤ "International Scientific Unity" with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. (March 5-7, 2025). Luxembourg.

- VIII International Scientific and Practical Conference, Oxford, March 7, 2025. Oxford -Vinnytsia: P.C. Publishing House & UKRLOGOS Group LLC, 2025.
- XIII Міжнародній науково-практичній конференції, м. Київ, (25-26 березня 2025 р.)
- Міжнародній науково-практичній конференції «Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату», присвяченої до 130-річчя заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, смт Хлібодарське, (28 березня 2025 р.). Одеса: Одеська ДСДС ІКОСГ НААН, 2025.
- Міжнародній науково-практичній конференції (3–4 квіт. 2025 р.). Житомир.
- XII Міжнародній науково-практичній конференції (15–16 травня 2025 р.). Житомир.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 14 наукових праць, з яких статей у фахових виданнях – 4, матеріалів наукових конференцій – 10.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена на 202 сторінках комп'ютерного тексту й складається з анотації, вступу, 6-ти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків.

Робота містить 15 таблиць, 43 рисунки. Список використаних джерел налічує 265 найменувань, з яких 103 – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ЗНАЧЕННЯ ТА ПОТЕНЦІАЛ ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ФАКТОРІВ ВЗЯТИХ НА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Актуальність та перспективи вирощування соняшнику

Соняшник є однією з основних олійних культур, яка забезпечує значний прибуток для аграріїв [158]. Соняшник родом з Північної Америки, де його почали культивувати корінні народи ще тисячі років тому. В Європу соняшник був завезений у 16 столітті, а його олія почала використовуватися як харчовий продукт у 18 столітті. З того часу соняшникова олія стала важливою частиною раціонів багатьох народів, особливо в Україні та країнах Середньої Азії [234, 236].

Олія, отримана з соняшнику, користується великим попитом як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку [74, 76, 102, 115, 135]. Її виробляють шляхом пресування або екстрагування насіння соняшнику (*Helianthus annuus*), олія є цінним джерелом ненасичених жирних кислот, вітамінів та інших біологічно активних сполук. Основними компонентами є олеїнова (мононенасичена) та лінолева (поліненасичена) кислоти. Вони важливі для підтримки здоров'я серцево-судинної системи. Олія містить вітамін Е (токоферол), який є потужним антиоксидантом і сприяє захисту клітин від окисного стресу. Фосфоліпіди, що містяться у олії сприяють нормалізації обміну речовин і функціонуванню клітинних мембран.

Соняшникова олія є однією з найпопулярніших олій у світі, яка широко використовується в кулінарії, промисловості та медицині. Використовується для смаження, запікання, приготування салатів і соусів. Завдяки високій температурі нагрівання (близько 230°C) вона підходить для різних методів приготування їжі. Використовується в виробництві маргарину, кондитерських виробів, косметики та миючих засобів. Завдяки своїм корисним властивостям, соняшникова олія застосовується в народній медицині для лікування різних

захворювань шкіри та як засіб для зміцнення імунної системи. Окрім харчового використання, соняшник також знаходить застосування в косметичній, фармацевтичній та біоенергетичній промисловості [4, 37, 45, 90, 121, 173].

У тваринництві макуху та шрот широко використовують як високобілкові концентровані корми, які є важливими компонентами комбікормів для різних видів сільськогосподарських тварин. Невелике їх додавання до раціону може значно підвищити ефективність використання низькобілкових кормів і коренеплодів. Тваринам також згодовують кошики соняшнику разом із верхівками стебел, а зелену масу заготовляють у вигляді силосу [49].

При промисловій обробці насіння соняшнику утворюється близько 20% лушпиння, яке використовується для виробництва харчових і технічних спиртів, кормових дріжджів та фурфуролу для виготовлення пластмас. Лушпиння соняшнику є важливим енергетичним ресурсом для переробних підприємств і користується попитом на ринку альтернативної енергії, адже його спалювання забезпечує значну кількість енергії [13].

Соняшник також є цінною медоносною культурою. Соняшниковий мед має золотистий або світло-бурштиновий відтінок, приємний квітковий аромат і солодкий смак з легким терпким відтінком. Одна бджолина сім'я здатна виробляти до 4 кг меду за день. Україна займає стабільні позиції на ринку експорту натурального меду, обсяги якого суттєво зросли за останнє десятиліття [6].

Соняшник є високорентабельною та економічно вигідною культурою, яка суттєво впливає на ефективність рослинницької галузі. Високі закупівельні ціни на цю культуру та її продукцію сприяють покращенню економічних показників господарств, роблячи виробництво соняшнику стратегічно важливим напрямком розвитку аграрного сектора України [124, 159].

Соняшник має високу стійкість до посухи і може бути вирощений в умовах обмеженої кількості води, що робить його перспективною культурою в умовах зміни клімату.

Зміни клімату стали глобальною проблемою, яка впливає на всі фактори сільського господарства, зокрема на вирощування олійних культур, таких як соняшник. Соняшник (*Helianthus annuus*) є важливою сільськогосподарською культурою, яка забезпечує отримання не тільки олії, а й кормів для тваринництва. У цьому контексті важливо розглянути, як зміни клімату можуть вплинути на перспективи вирощування соняшнику, а також можливі адаптаційні стратегії [54, 64, 134].

Підвищення середньої температури може позитивно вплинути на ріст і розвиток соняшнику в деяких регіонах, особливо в північних широтах, де раніше клімат був занадто холодним для успішного вирощування. Однак надмірне підвищення температури може призвести до стресу для рослин, зменшуючи їх врожайність та якість насіння.

Зміни в кількості та розподілі опадів можуть суттєво вплинути на доступність води для рослин. У регіонах з недостатньою кількістю опадів може знадобитися додатковий полив.

У той же час, у районах з підвищеною кількістю опадів можливе збільшення ризику захворювань, які розвиваються в умовах підвищеної вологості.

Частіші прояви посух, повеней та інших екстремальних погодних явищ може негативно вплинути на врожайність соняшнику. Зміни в частоті та інтенсивності буревіїв можуть також пошкоджувати рослини та знижувати якість продукції.

Перспективи вирощування соняшнику в умовах змін клімату є складними і багатогранними. Хоча зміни клімату можуть створити нові можливості для вирощування цієї культури в деяких регіонах, вони також несуть ризики, які можуть загрожувати стабільності виробництва. Адаптаційні стратегії, такі як вибір стійких сортів, ефективне управління водними

ресурсами та інтеграція сучасних технологій у сільське господарство, можуть допомогти фермерам успішно адаптуватися до нових умов і забезпечити стабільний врожай соняшнику в майбутньому.

Вирощування соняшнику (*Helianthus annuus*) не лише забезпечує економічну вигоду, але й має значний позитивний вплив на навколишнє середовище. Ця культура може сприяти покращенню структури ґрунту, зменшенню ерозії та підвищенню біорізноманіття.

Соняшник має глибоку кореневу систему, яка допомагає аерації ґрунту та покращує його структуру. Глибоке коріння рослин проникає в нижні шари ґрунту, що сприяє утворенню пор, які забезпечують кращий дренаж і доступ повітря до коренів інших культур. Це особливо важливо в умовах інтенсивного землеробства, де ґрунти часто стають ущільненими [66, 161].

Соняшник також є ефективним засобом боротьби з ерозією ґрунту. Його листя та стебла утворюють щільний покрив, який захищає поверхню ґрунту від впливу дощу і вітру. Це допомагає зберігати верхній шар ґрунту, зменшуючи ризик його змивання. Вирощування соняшнику на схилах або в районах з підвищеною ерозією може суттєво знизити втрати ґрунту [122, 177, 264].

Соняшник також сприяє підвищенню біорізноманіття. Ця культура приваблює різноманітних запилювачів, таких як бджоли та метелики, що є важливими для підтримки екосистеми. Крім того, соняшник може слугувати середовищем для інших видів рослин і тварин, створюючи більш стійкі агроекосистеми.

Використання соняшнику в сівоzmінах також має позитивний вплив на родючість ґрунту. Ця культура може бути частиною ротаційних схем, які допомагають відновити поживні речовини в ґрунті. Соняшник споживає різні елементи живлення, що дозволяє уникнути виснаження ґрунту, яке часто виникає при вирощуванні однієї і тієї ж культури протягом тривалого часу.

Вирощування соняшнику є не лише економічно вигідним, але й екологічно обґрунтованим рішенням. Його здатність покращувати структуру

грунту, зменшувати ерозію та підвищувати біорізноманіття робить цю культуру важливою ланкою в системах сталого сільського господарства. Включення соняшнику в сівозміни може відігравати важливу роль у відновленні родючості ґрунту та забезпеченні стійкості агроєкосистем у майбутньому.

1.2. Ботанічна та біологічна характеристика соняшнику

Соняшник (*Helianthus annuus L.*) - однорічна трав'яниста рослина родини айстрових (*Asteraceae*), яка має важливе господарське значення завдяки високій врожайності насіння, багатого на вміст жиру. Він є типовим представником культур довгого дня, що характеризується високою адаптивністю до різних кліматичних умов і вирощується в багатьох країнах світу.

Морфологічна будова соняшнику (рис. 1.1). Соняшник має стрижневу кореневу систему, яка добре розвинена та проникає на глибину до 2–3 метрів. Завдяки такій структурі коріння рослина ефективно поглинає воду та поживні речовини навіть за посушливих умов. Крім того, бічні корені поширюються в орному шарі ґрунту, що забезпечує рослині додаткове живлення [36, 43, 44, 132, 243].

Стебло соняшнику прямостояче, циліндричне, тверде, вкрите короткими жорсткими волосками. Його висота варіюється залежно від сорту та умов вирощування і може становити від 50 см до 4 метрів. У структурі стебла є серцевина, яка складається з губчастої тканини, оточеної волокнами, що забезпечують міцність рослини.

Листки соняшнику великі, черешкові, серцеподібної форми з зубчастими краями. Вони розташовані на стеблі почергово. Зазвичай рослина формує від 15 до 35 листків, залежно від агротехнічних умов. Листки мають добре розвинену жилкуватість, яка сприяє ефективному транспортуванню води та

поживних речовин. Фотосинтетична активність листків відіграє вирішальну роль у накопиченні органічних речовин.



Рис. 1.1. Морфологічна будова соняшнику:

1, 2 – рослина у фазі сходів і цвітіння; 3 – дозрівший кошик; 4 – квітки і їх органи: трубчасті (а) і язичкові (б), маточка (в), пиляк (г); 5 – пилькове зерно (збільшене); 6 – суцвіття у розрізі; 7 – плоди цілі і в розрізі соняшнику олійного (а), межеумка (б) і лузального (в)

Суцвіття соняшнику - це кошик, діаметр якого може коливатися від 10 до 40 см. Суцвіття складається з двох типів квіток:

- **Язичкові (крайові)** - стерильні, великі, жовтого або помаранчевого кольору, виконують функцію приваблення комах.
- **Трубчасті (центральні)** - гермафродитні, дрібні, розташовані у центральній частині кошика, саме вони утворюють насіння.

На поверхні кошика розташовуються волоски, які сприяють захисту квіток від несприятливих умов.

Плід соняшнику - сім'янка, яка має овальну або довгасту форму та щільну оболонку (лушпиння). Насіння багате на олію, білки та інші поживні речовини. Колір насіння варіюється залежно від сорту (чорний, сірий,

смугастий). Сім'янки розташовані у щільному порядку в кошику за законом золотого перетину, що забезпечує максимально ефективне використання площі.

Біологічні особливості. Соняшник має тривалий вегетаційний період, який залежить від сорту та агрокліматичних умов і триває від 90 до 140 днів. Основні етапи розвитку:



Соняшник є теплолюбною рослиною. Мінімальна температура проростання насіння становить $+5...+6^{\circ}\text{C}$, однак оптимальна температура для його росту - $+20...+25^{\circ}\text{C}$. Рослина досить стійка до короточасних заморозків, особливо у фазі сходів [5, 61, 62, 77, 246].

Соняшник належить до культур довгого дня. Інтенсивне освітлення сприяє активному фотосинтезу, що забезпечує формування високого врожаю. Нестача світла негативно впливає на розвиток рослини, особливо в період формування кошика.

Соняшник має високу посухостійкість завдяки розвиненій кореневій системі. Проте для отримання високих урожаїв культура потребує достатнього рівня вологи у фазі сходів, формування кошика та цвітіння.

Соняшник добре росте на родючих ґрунтах з нейтральною або слабкокислою реакцією (рН 6,0–7,5). Найбільш сприятливими є чорноземи та каштанові ґрунти. Солончаки та важкі глинисті ґрунти менш придатні для його вирощування [92, 104, 105, 133, 140].

Посівні площі, відведені під вирощування соняшнику, демонструють стійку тенденцію до зростання як в країнах Європи, так і в світі в цілому (рис. 1.2).

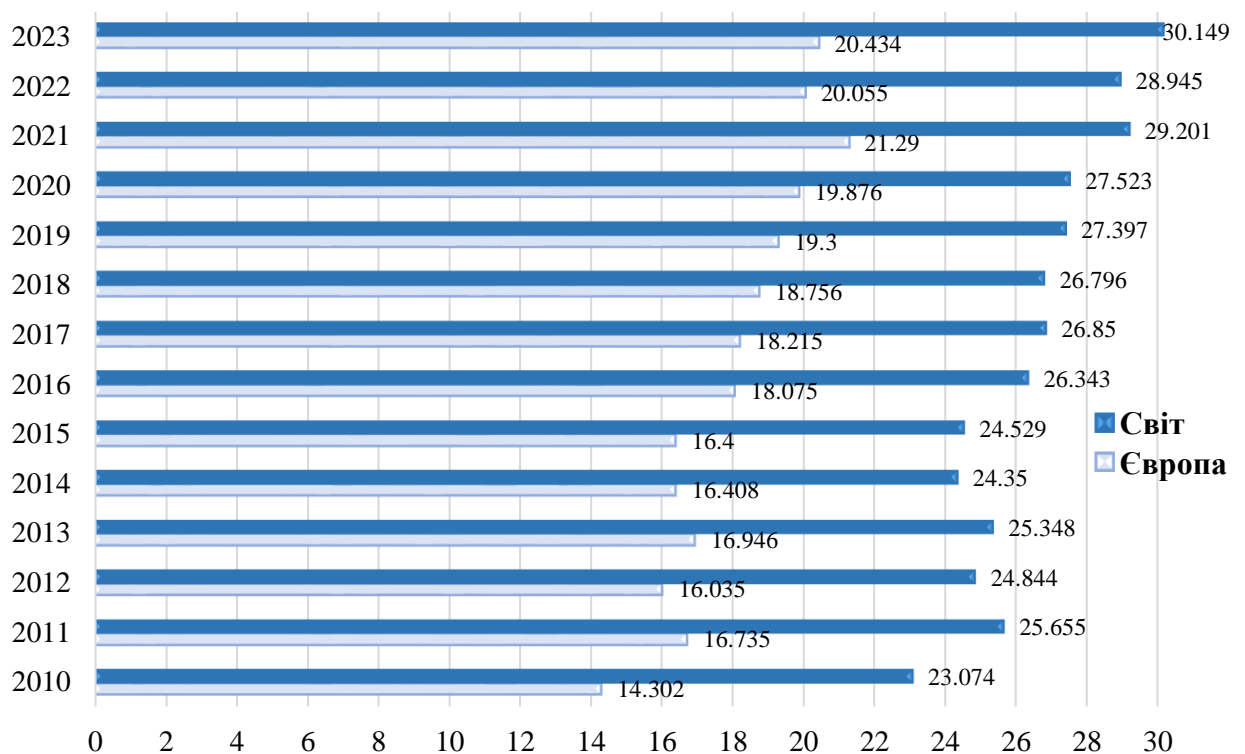


Рис. 1.2. Динаміка площ посівів відведених під соняшник в Європі та світі, млн га Джерело: FAOSTAT, 2025

Аналіз статистичних даних за період з 2010 по 2023 рік засвідчує, що найменші площі були зайняті соняшником у 2010 році, тоді як максимальні значення спостерігали у 2023 році. Найвищого показника в 21,290 млн га було досягнуто у 2021 році. Зростання площ відображає посилення уваги до цієї культури через її попит для виробництва олії та біопалива. Протягом цього періоду загальна площа посівів соняшнику у світі збільшилася на 28%, а в Європейських країнах цей показник зріс ще більше – на 49%. Найбільший приріст відбувся в період 2016–2021 років, що відображає глобальну

тенденцію до збільшення вирощування соняшнику. В Україні, як одному з лідерів у вирощуванні соняшнику, площі зросли з 4,526 млн га у 2010 році до пікових 6,665 млн га у 2021 році (рис. 1.3). Проте після 2021 року площі почали зменшуватися, досягнувши 5,202 млн га у 2023 році, що може бути пов'язано зі змінами в аграрній політиці, економічною ситуацією та кліматичними викликами.

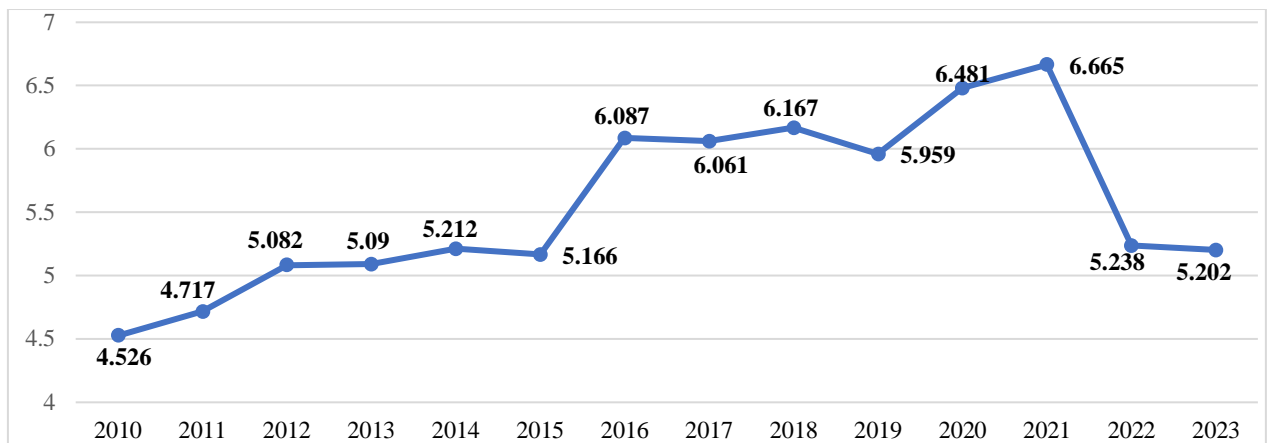


Рис. 1.3. Динаміка площ посівів відведених під соняшник в Україні, млн га Джерело: FAOSTAT, 2025

Значне збільшення площ, відведених під посіви соняшнику, можна пояснити змінами клімату, зокрема підвищенням температури та зменшенням кількості опадів. Соняшник вважається однією з найбільш стійких до посухи сільськогосподарських культур. Його рослини мають розвинену кореневу систему, яка здатна проникати в ґрунт на глибину до 3 метрів і більше. Довжина коренів значно перевищує висоту надземної частини рослин. Важливо зазначити, що коренева система розвивається дуже швидко: вже на стадії 4–5 листків головний корінь може досягати 1 метра в довжину. У сприятливих умовах діаметр кореневої системи однієї рослини коливається від 1,5 до 3,0 метрів. Завдяки такій потужній системі коріння соняшник здатний витримувати несприятливі умови посухи, які можуть бути критичними для інших культур, а також ефективно використовувати ґрунтову вологу та поживні елементи навіть з нижніх шарів ґрунту. Крім того, в умовах сильної

посухи ці рослини можуть накопичувати вологу з роси. Однак формуванню потужної кореневої системи можуть перешкоджати ущільнення ґрунту, такі як щільна плужна підшва. В таких випадках, особливо за оптимальних умов зволоження, рослини можуть розвивати лише поверхневу кореневу систему, що призводить до їх вилягання [93, 122].

Ще однією причиною зростання площ під соняшником є необхідність заміни озимих культур у роки з несприятливими погодними умовами (пересівом). Українські аграрії в таких ситуаціях часто обирають соняшник через його високу економічну вигоду [124, 159].

Проте деякі науковці вважають, що площі, зайняті соняшником в Україні, значно перевищують науково обґрунтовані норми і пропонують частину цих земель відвести під інші посухостійкі культури. За умов оптимізації живлення рослин, навіть за принципами ресурсозбереження, можна значно ефективніше використовувати ґрунтову вологу та опади під час вегетаційного періоду, зменшуючи непродуктивні втрати [95, 128, 187, 189, 190].

Частка України у загальних площах посівів соняшнику в Європі, дійсно, вражає і за аналізуємий період варіює в межах 28,2–33,7%, тобто третина всіх посівних площ даної культури в Європі приходить саме на Україну (рис. 1.4).

Україна стабільно займала одну з провідних позицій у вирощуванні соняшнику як в Європі, так і у світі протягом більшої частини аналізованого періоду. У 2010 році Україна займала 31,65% площ посівів соняшнику в Європі. Максимального значення цей показник досяг у 2016 році – 33,68%, що підтверджує лідерство України в регіоні.

У 2022–2023 роках частка України зменшилася до 26,12% і 25,46% відповідно, що пояснюється скороченням посівних площ через військові дії та складнощі з логістикою.

Розглядаючи частку України у загальних площах посівів соняшнику в світі можна сказати, що у 2010 році частка України складала 19,62% площ

світових посівів соняшнику. Найвищих значень цей показник був у 2020 році – 23,55%, що свідчить про піковий рівень виробництва та значний вплив країни на світовий ринок. У 2023 році частка знизилася до 17,25%, що пов'язано з воєнними подіями та зниженням конкурентоспроможності. Незважаючи на це, Україна залишається одним із основних виробників соняшнику, і її частка на ринку може відновитися за умови стабілізації ситуації.

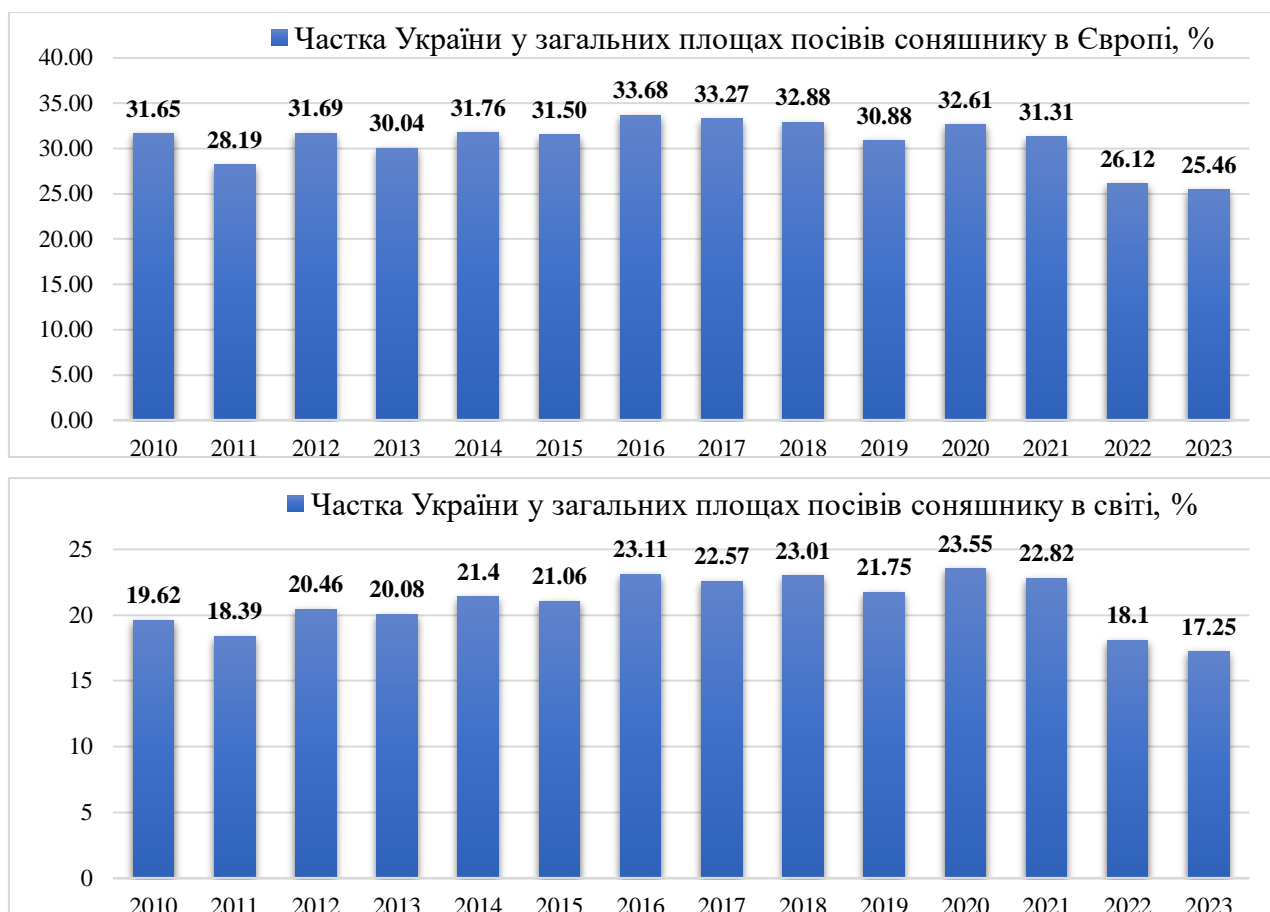


Рис. 1.4. Частка України у загальних площах посівів соняшнику в Європі та світі Джерело: FAOSTAT, 2025

Україна стабільно перевищує середні показники врожайності насіння як у Європі, так і в світі, та є лідером за врожайністю насіння соняшнику завдяки родючим ґрунтам, сприятливим кліматичним умовам і впровадженню сучасних технологій (рис. 1.5).

У 2010 році врожайність становила 1,5 т/га, досягнувши пікових значень у 2019 році – 2,6 т/га. У 2023 році врожайність склала 2,45 т/га, демонструючи

високу ефективність агротехнологій та використання сучасних сортів і гібридів.

У Європі спостерігається стійке зростання врожайності, що вказує на розвиток сільськогосподарських інновацій і значну увагу до соняшнику як стратегічної культури. Європейська врожайність соняшнику зросла з 1,4 т/га у 2010 році до 2,1 т/га у 2023 році. Найвищий приріст спостерігали у 2018–2019 роках, що може бути пов’язано з поліпшенням технологій вирощування, особливо в таких країнах, як Франція, Румунія та Угорщина.

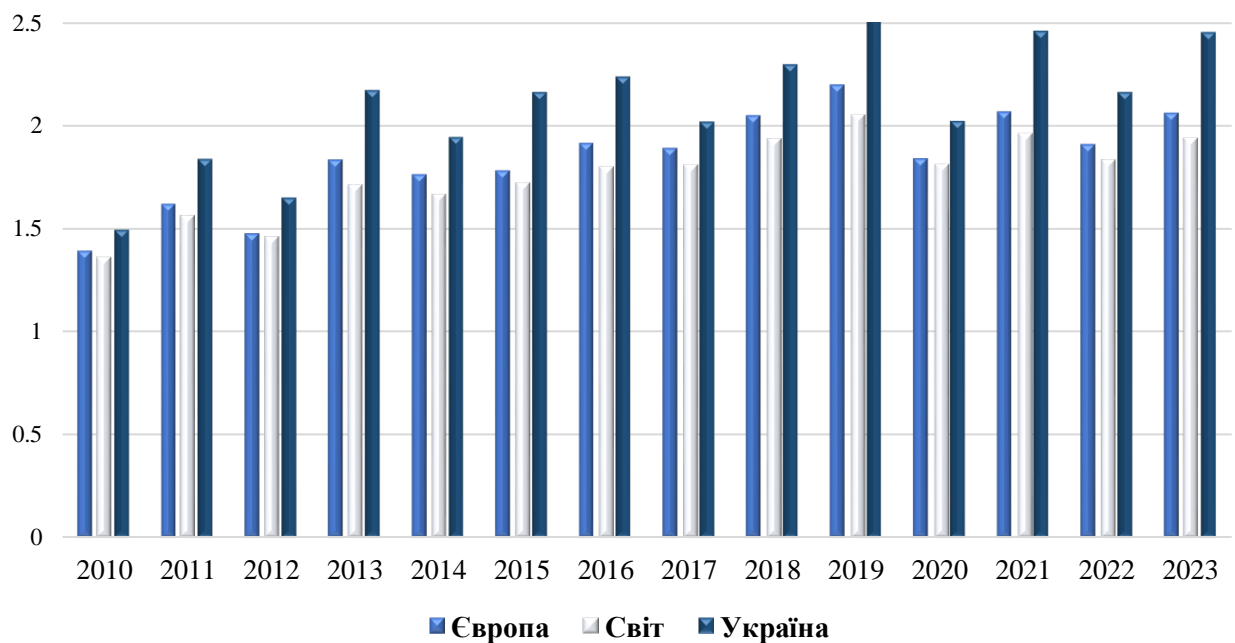


Рис.1.5. Порівняльна діаграма врожайності насіння соняшнику в Україні, Європі та світі, т/га (Джерело: FAOSTAT, 2025)

Світова врожайність насіння соняшнику залишалася стабільною з поступовим збільшенням: від 1,36 т/га у 2010 році до 1,94 т/га у 2023 році. Хоча ці показники поступаються Україні та Європі, вони свідчать про загальне вдосконалення технологій вирощування та розширення використання високопродуктивних сортів.

Рівень урожайності насіння соняшнику в Україні значною мірою зумовлений вдосконаленням агротехнологій, які застосовуються при

виращуванні цієї культури. Зокрема, це стосується впровадження високопродуктивних гібридів, які добре адаптовані до специфічних ґрунтово-кліматичних умов та можуть витримувати різні стресові фактори. Важливими аспектами є також використання мінеральних добрив та альтернативних методів живлення рослин, а також інтегровані системи захисту від бур'янів, хвороб і шкідників [49, 95, 124, 159].

Сучасні сорти і гібриди соняшнику, включаючи високоолеїнові, демонструють швидке наростання кореневої системи та надземної біомаси, що підвищує їх здатність до регенерації. Це, в свою чергу, сприяє більш ефективному засвоєнню поживних елементів і забезпечує вищу стійкість до хвороб і шкідників [112].

Аграрії України особливу увагу приділяють системам удобрення, оскільки оптимальні умови живлення позитивно впливають на ріст і розвиток рослин, процеси фотосинтезу, а також на формування якості та кількості врожаю [27, 112, 141]. Окрім основного внесення добрив, широко застосовуються позакореневі підживлення мікродобривами, які забезпечують збалансоване живлення на всіх етапах органогенезу [141]. Дослідження показали, що дворазове внесення мікродобрива Авангард Р Соняшник зменшує кількість рослин, уражених білою і сірою гнилями, та сприяє підвищенню врожайності насіння [10]. Висока ефективність мікродобрив у формуванні врожайності соняшнику підтверджена багатьма дослідженнями [83, 141, 170].

Регулятори росту рослин також відіграють важливу роль у технології вирощування соняшнику. Вони містять комплекс біологічно активних речовин, які сприяють інтенсивнішому розвитку кореневої системи та накопиченню надземної біомаси. Це забезпечує кращу здатність рослин до засвоєння поживних речовин з ґрунту і добрив, а також підвищує їх стійкість до хвороб, шкідників і несприятливих погодних умов. Використання рістрегулюючих препаратів у вирощуванні соняшнику дозволяє зменшити

застосування пестицидів на 20–30% без зниження ефективності захисту [53, 97].

Сучасні технології вирощування соняшнику постійно вдосконалюються. Це стосується не лише згаданих аспектів, але й багатьох інших агрозаходів, що дозволяє суттєво підвищити урожайність та загальні збори насіння культури. Світове виробництво насіння соняшнику проявляє тенденцію до зростання: якщо в 2010 році обсяги становили 31,46 млн тонн, то в 2021 році вони досягли 58,17 млн тонн, що свідчить про зростання в 1,8 рази (рис. 1.6). Країни Європи забезпечують 63,3–75,7% світового виробництва насіння соняшнику. Протягом періоду з 2010 по 2021 роки обсяги виробництва в Європі зросли з 19,92 до 44,02 млн тонн або в 2,2 рази. У 2023 році обсяг склав 42,16 млн тонн. Зростання виробництва є результатом збільшення площ посівів та впровадження сучасних агротехнологій. Найвищі показники були досягнуті в 2018–2021 роках завдяки сприятливим погодним умовам і підвищенню продуктивності в головних країнах-виробниках, таких як Румунія, Угорщина та Франція.

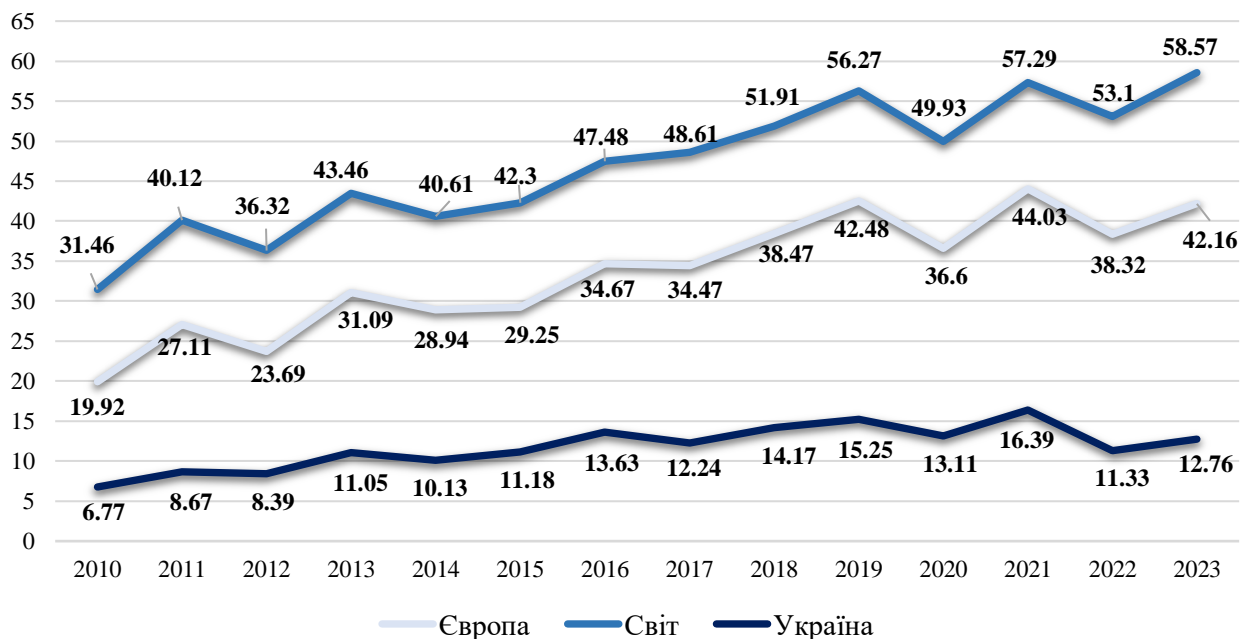


Рис. 1.6. Динаміка виробництва насіння соняшнику млн т
(джерело FAOSTAT, 20255)

Світове виробництво насіння соняшнику зросло з 31,46 млн тонн у 2010 році до 58,57 млн тонн у 2023 році. Найвищий рівень був сформований у 2021 році – 57,29 млн тонн. Значне зростання в глобальних масштабах зумовлене збільшенням виробництва в провідних країнах, включаючи Україну, Росію, Аргентину та Туреччину.

Україна є однією з провідних країн у виробництві насіння соняшнику, її частка у світовому виробництві за досліджуваний період становила в середньому 25,5%, а в європейському – 35,9%. Останніми роками Україна займає все більш стабільні позиції як на світовій арені, так і в Європі за обсягами збору насіння соняшнику. У 2010 році було вироблено 6,77 млн тонн, а у 2021 році обсяг досяг рекордних 16,39 млн тонн. Після цього спостерігалось зменшення через скорочення посівних площ і вплив воєнних дій, і в 2023 році виробництво становило 12,76 млн тонн. Попри це, Україна залишається провідним виробником завдяки значним площам посівів, високій врожайності та розвиненій інфраструктурі переробки.

Соняшник є стратегічно важливою культурою для України, Європи та світу. Україна зберігає свої лідерські позиції завдяки сприятливим умовам для вирощування, проте для подальшого розвитку необхідно впроваджувати інноваційні технології та збалансовані сівозміни. У Європі та світі соняшник також проявляє високий потенціал, особливо в контексті виробництва біопалива та органічної продукції. Майбутнє вирощування соняшнику залежить від здатності галузі адаптуватися до кліматичних викликів і забезпечувати сталий розвиток аграрного сектору.

1.3. Вплив інокуляції насіння біологічними препаратами на продуктивність соняшнику

Вплив інокуляції біопрепаратами на продуктивність соняшнику є важливою темою в агрономічних дослідженнях, особливо в умовах стресових факторів, таких як посуха, екстремальні температури та гербіцидне

навантаження. Біопрепарати, зокрема регулятори росту рослин, сприяють підвищенню стійкості рослин до несприятливих умов та покращенню їх продуктивності [20, 110, 111].

Дослідженнями, проведеними Єременком та Покопцевою [260], встановлено, що передпосівна обробка насіння соняшнику регуляторами росту, такими як АКМ, Вимпел та Емістим С, позитивно впливають на енергію проростання та лабораторну схожість захворювання. також, застосування АКМ в концентрації 0,015 г/л для соняшнику призвело до покращення цих показників, що сприяє підвищенню посівних якостей.

У дослідженні Єременко О.А. [60] встановлено, що інкрустація насіння соняшнику завдяки регулятором росту «АКМ» стимулює проростання, збільшує енергію проростання та лабораторну схожість на 3,6–4,7% порівняно з контролем. Застосування добрив та регулятор росту «АКМ» також сприяло збільшенню висоти рослин на 5–26 см та 1–17 см відповідно, залежно від гідротермічних умов.

Дослідження, проведене науковцями Лабораторії родючості ґрунтів та ґрунтозахисних технологій ДП «ДГ Донецьке» ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» НААН, показало, що обробка вмісту соняшнику мікробними препаратами призводить до підвищення врожайності на 7,9 ц/га та підвищення вмісту жиру на 7 % [10]

У дослідженні Лябаха С.В. [101] було встановлено, що використання регулятора росту Грейнактив-С, ВР для обробки та обприскування рослин соняшнику у фазі 3-4 справжніх листків суттєво впливає на енергію проростання, схожість, стійкість та розвиток рослин. також, дворазова обробка забезпечила збільшення діаметра кошика та маси 1000 насінин, що призвело до підвищення врожайності на 0,12-0,13 т/га залежно від гібриду.

Дослідники Чайка Т. та ін. [172] встановили, що передпосівна інокуляція сої підвищує врожайність та покращує якість її насіння. Це свідчить про перспективність використання інокуляції для інших культур, зокрема соняшнику.

Одним із перспективних напрямків оптимізації врожайності є застосування мікоризних препаратів, які сприяють симбіотичному співвідношенню між кореневою системою рослин та грибів. Препарат «Мікофренд», що містить активні мікоризні компоненти, привернув увагу дослідників до потенціалу підвищення поглинання поживних речовин, стимуляції росту коренів і загального покращення фізіологічного стану рослин.

Мікориза, симбіотичний зв'язок між грибами та кореневою системою рослин, значно підвищує поглинання води та поживних речовин, що підвищує стійкість рослин до стресових факторів та збільшує врожайність. Дослідження показують, що застосування мікоризних препаратів може збільшити врожайність сільськогосподарських культур на 10-15%.

За даними Smith et al. [249], мікориза значно збільшує підвищення здатності рослин до поглинання фосфору та інших мікроелементів, що є критичним для нормального росту та розвитку соняшнику. У дослідженні було відзначено, що інокуляція мікоризними грибами може збільшити врожайність на 10–15% у порівнянні з контрольними варіантами, які не отримували такої обробки.

Garcia & Martinez [192] у своїх експериментах досліджували вплив спеціальних мікоризних препаратів на продуктивність соняшнику. Їх робота була спрямована на вивчення загальних механізмів дії мікоризу, результати свідчення, що застосування препаратів подібного профілю (зокрема «Мікофренду») може призвести до покращення морфологічних показників рослин, зокрема збільшення розміру кошиків і маси, що в сукупності забезпечує приріст врожайності.

За даними Ahmed & Khan [163], мікоризна інокуляція стимулює розвиток кореневої системи соняшнику, що дозволяє рослинам ефективніше використовувати воду та поживні речовини, особливо в умовах обмеженого водопостачання або нестачі елементів. Це сприяє підвищенню стійкості рослин до стресових факторів і, як внаслідок, збільшення продуктивності.

Miller H та ін. [225] проводили польові експерименти, де застосування препарату «Мікофренд» призвело до підвищення врожайності насіння соняшнику в середньому на 12% у порівнянні з контрольними ділянками. Результати дослідження підтверджують ефективність мікоризної інокуляції в реальних агротехнічних умовах та вказують на можливість інтеграції цього заходу в систему сучасного вирощування соняшнику.

Li Y. та ін. [216] зазначають, що інтеграція мікоризної інокуляції з оптимізацією агротехнічних заходів (добрива, зрошення, сівозмін) може спричинити синергетичний ефект, який буде більш ефективним при використанні обґрунтованих ресурсів і забезпечує стабільне зростання врожайності. Цей підхід може бути особливо корисним для адаптації до змін кліматичних умов.

Хоча останні дослідження щодо інокуляції зосереджена на бобових культурах, таких як соя та горох, отримані результати свідчать про перспективність застосування інокуляції для підвищення продуктивності соняшнику. Подальші дослідження в цьому напрямку можуть сприяти розробці ефективних технологій інокуляції для цієї культури, що дозволяє підвищити врожайність та покращити якість продукції.

1.4. Продуктивність соняшнику за впливу позакореневого підживлення антистресовими препаратами

Позакореневе (фоліарне) підживлення є сучасним агротехнічним заходом, який дозволяє доставляти активні речовини безпосередньо до листової тканини. Використання антистресантів шляхом фоліарного застосування спрямовано на зниження негативного впливу абіотичних стресів (таких як посухи, високі температури, солонцюватість) за рахунок стимуляції захисних механізмів рослини. Цей метод дозволяє швидко активізувати внутрішньоклітинні процеси, пов'язані з адаптацією до несприятливих умов,

що в результаті позитивно впливає на ріст, розвиток та врожайність сільськогосподарських рослин.

За даними Jones et al. [206], антистресанти, застосовані через листову поверхню, стимулюють синтез антиоксидантних ферментів, що сприяє зменшенню оксидативного стресу. Також зазначається, що фоліарне введення препаратів може впливати на регуляцію водного балансу та активність ферментативних систем, що відповідають за адаптацію до стресу.

Дослідження Khan & Ahmed [208] свідчать, що позакореневе підживлення антистресантами може сприяти підвищенню фотосинтетичної активності листків за рахунок збільшення синтезу хлорофілу. Підвищення рівня фотосинтезу забезпечує кращий енергетичний обмін, що позитивно відображається на рості рослин та формуванні біомаси.

За результатами Lee et al. [215] застосування біопрепаратів у фоліарній формі сприяє підвищенню стійкості рослин до екстремальних умов, таких як посуха або високі температури. Активні компоненти препаратів, поглинаючись через листову тканину, можуть активувати сигнальні шляхи, які дозволяють рослинам швидше реагувати на зовнішні стресори.

Ivanova & Petrov [183] повідомляють, що фоліарне підживлення біостимуляторами, що мають антистресову дію, сприяє збереженню продуктивності культур у періоди посухи. У польових експериментах застосування таких препаратів дозволило знизити втрати врожаю на 10–15% у порівнянні з контрольними ділянками, де не проводилися додаткові заходи захисту від стресу.

За даними Chen et al. [175], інтеграція позакореневого підживлення антистресантами з традиційними методами удобрення та зрошення може забезпечити синергічний ефект. Такий комплексний підхід дозволяє не лише знизити негативний вплив абіотичних стресів, а й оптимізувати використання поживних речовин, що сприяє підвищенню загальної продуктивності рослин.

Для ефективного використання антистресантів рекомендується проводити позакореневе підживлення в періоди, коли рослини найбільш

вразливі до стресових факторів, таких як фаза бутонізації, цвітіння та наливу плодів. Важливо дотримуватися рекомендованих норм внесення та враховувати погодні умови для досягнення максимального ефекту [3].

Одним із ефективних агротехнічних заходів, що сприяє підвищенню стійкості рослин до стресових факторів та забезпеченню стабільної врожайності є підживлення препаратом «STOP Стрес», розроблена для мінімізації негативного впливу стресових чинників на культурні рослини.

STOP Стрес включає комплекс біопрепаратів, таких як Органік-баланс®, Азотофіт®-р та Липосам®, які сприяють регуляції обмінних процесів у рослинах, підвищують їх стійкість до абіотичних та біотичних стресів, а також покращують загальний фізіологічний стан рослин. Застосування цих препаратів через листкове підживлення дозволяє швидко доставити активні компоненти безпосередньо до зони їх дії, забезпечуючи оперативну реакцію рослини на стресові фактори.

Полеві дослідження показали, що застосування комплексу «STOP Стрес» на посівах соняшнику ефективно пододало стрес рослин, викликаний промиванням гербіциду у фазі 2-3 листків. Урожайність на оброблених ділянках досягла 4,64 т/га, що на 18,36% (0,72 т/га) більше порівняно з контролем [11]. Це свідчить про здатність програми «STOP Стрес» мінімізувати вплив стресових чинників та зберегти врожайність.

Позакореневе підживлення антистресантами є ефективним заходом підвищення стійкості рослин до стресових факторів, що сприяє збереженню та підвищенню врожайності. Подальші дослідження в цьому напрямку сприятимуть розробці оптимальних режимів застосування антистресантів, що дозволить максимізувати їх ефективність і забезпечити стабільну та високу продуктивність сільськогосподарських культур навіть в умовах несприятливих агрокліматичних факторів. Вивчення взаємодії антистресантів з іншими агротехнічними заходами, такими інокуляція насіння, та внесення біодеструкторів стерні дозволить створити комплексні підходи до управління

стресом у рослинництві. Ці стратегії допоможуть знизити залежність від природних умов і забезпечити стабільний урожай у мінливому кліматі.

1.5. Роль біодеструкторів у сільському господарстві

У сучасному сільському господарстві зростає усвідомлення важливості сталого управління агроєкосистемами, що включає не лише підвищення продуктивності, але й збереження родючості ґрунтів [261]. Однією з основних проблем, що постають перед агрономами та фермерами, є ефективне управління залишками рослин, зокрема стернею, після збору врожаю. Неправильне або недостатнє розкладання рослинних залишків може призвести до накопичення шкідливих речовин у ґрунті, розвитку патогенних мікроорганізмів та погіршення загальної родючості ґрунтів.

Традиційні методи використання стерні, такі як спалювання або механічне подрібнення, часто виявляються недостатньо ефективними для забезпечення швидкого та повного розкладання органічних залишків. Це, в свою чергу, негативно впливає на біологічну активність ґрунту, веде до втрати поживних речовин і зниження врожайності наступних культур, які вирощують після зернових колосових.

У цьому контексті біодеструктори - спеціальні препарати, що містять корисні мікроорганізми, здатні прискорювати процеси розкладання органічних решток - стають перспективним рішенням. Однак, незважаючи на їх потенціал, дослідження щодо ефективності та екологічної безпеки біодеструкторів стерні залишаються недостатньо розробленими та дослідженими. Це викликає потребу в систематичному вивченні їх впливу на процеси розкладання рослинних залишків, поліпшення структури і родючості ґрунту, а також на загальну продуктивність сільськогосподарських культур.

Таким чином, актуальність даної проблеми полягає у необхідності оцінки ролі біодеструкторів у процесах утворення гумусу та покращення

агрономічних, агрофізичних та інших показників, що може стати основою для розробки нових стратегій сталого сільського господарства.

Стерня – являє собою рештки рослин, які залишаються після збирання основного врожаю. Вона може чинити як позитивний, так і негативний вплив на агроєкосистеми. Екологічно безпечним способом підвищення родючості ґрунтів та покращення їх агрофізичних характеристик є використання подрібнених залишків сільськогосподарських культур, які після збору врожаю вносяться в ґрунт [178]. Ці післяжнивні рештки слугують важливим джерелом органічної речовини. Процес їх розкладання супроводжується активізацією мікрофлори, що, в свою чергу, призводить до збільшення чисельності мікроорганізмів у ґрунті. Ці мікроби здатні накопичувати значні обсяги азоту - одного з головних елементів живлення для рослин [231]. Це зазначає важливість використання в агротехнологіях рослинних залишків і особливо зернових колосових як органічного добрива і їх роль у біологічному кругообігу речовин, що сприяє підтримці родючості ґрунтів та набуває все більшої значущості [81, 197, 220, 221].

Сучасні агротехнології передбачають широке використання засобів хімізації, що негативно впливає на діяльність корисної мікрофлори та уповільнює процеси розкладання рослинних решток [199]. При цьому у ґрунті накопичуються лігнін і феноли, гальмується ріст і розвиток культурних рослин, уповільнюються процеси мінералізації органічної речовини та загалом погіршується родючість ґрунту [257]. Фітопатогенні гриби і бактерії, які містяться на рослинних рештках, можуть завдавати шкоди рослинам сільськогосподарських культур, як результат – суттєво знижується їх продуктивність [164]. Запобігти негативним наслідкам уможливорює використання біодеструкторів стерні, які прискорюють розкладання рослинних решток, трансформують їх в органічну речовину, покращують родючість ґрунту та забезпечують сталі прирости врожаю вирощуваних культур [29, 63]. У природних умовах перетворення рослинних решток в доступні для рослин форми елементів живлення триває декілька років.

Дослідженнями встановлено, що приблизно за 6 місяців розкладається лише 20–25 % соломи пшениці, а за 18 – близько 50 % [96].

У сучасному аграрному виробництві проблема підвищення родючості ґрунтів набуває особливої актуальності. Як зазначає В.М. Сендецький [244, 245], одним із основних завдань вирішення цієї проблеми є повернення важливих елементів живлення в ґрунт. Це досягається через заорювання залишків рослин, а також використання біодеструкторів, які створюються на основі мікроорганізмів. Ці мікроорганізми виробляють ферменти, здатні розкладати органічні рештки, що, в свою чергу, сприяє відновленню поживних речовин у ґрунті. Сендецький також повідомляє, що застосування таких технологій позитивно впливає на чисельність корисних мікроорганізмів, активізуючи їх життєдіяльність та покращуючи загальний стан ґрунтової екосистеми. Це не лише підвищує родючість ґрунтів, але й допомагає пригнічувати розвиток патогенної мікрофлори, що може негативно впливати на рослинність. В результаті спостерігається не лише зростання показників родючості, але й відновлення самого ґрунту [171, 241, 247].

Є. Домарацький та ін. [176] акцентують увагу на тому, що це питання є вкрай важливим у наш час, оскільки родючість ґрунту безпосередньо впливає на рівень урожайності сільськогосподарських культур і підтримує екологічну рівновагу в навколишньому середовищі. Таким чином, забезпечення родючості ґрунтів є запорукою стабільного агровиробництва та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Поживний режим ґрунту - це важливий елемент, що визначає його здатність забезпечувати рослини необхідними макро- та мікроелементами. Цей фактор є одним із головних для формування урожайності сільськогосподарських культур. Як свідчать дослідження В. Гамаюнової та ін. [186], існує чітка кореляція між вмістом елементів живлення в ґрунті та його родючістю: чим більше цих елементів, тим вищою є родючість ґрунту. Основним показником родючості є кількість гумусу, який міститься в ґрунті. Гумус - це органічна складова, що виникає внаслідок біологічного та хімічного

розкладу залишків рослин і тварин. Процес утворення гумусу є складним і тривалим, але він відіграє вирішальну роль у збагаченні ґрунту поживними речовинами.

Одним із способів доцільного управління стернею є використання біодеструкторів - мікроорганізмів, які прискорюють розкладання органічних залишків. Використання біодеструкторів - спеціальних препаратів на основі мікроорганізмів - може значно прискорити ці процеси. Біодеструктори - це живі організми, переважно бактерії, гриби та інші мікроорганізми, які здатні розкладати органічні речовини, покращуючи тим самим родючість ґрунтів і підвищуючи продуктивність сільськогосподарських культур. (рис. 1.7). Вони можуть бути як природного походження, так і штучно створеними для конкретних цілей.

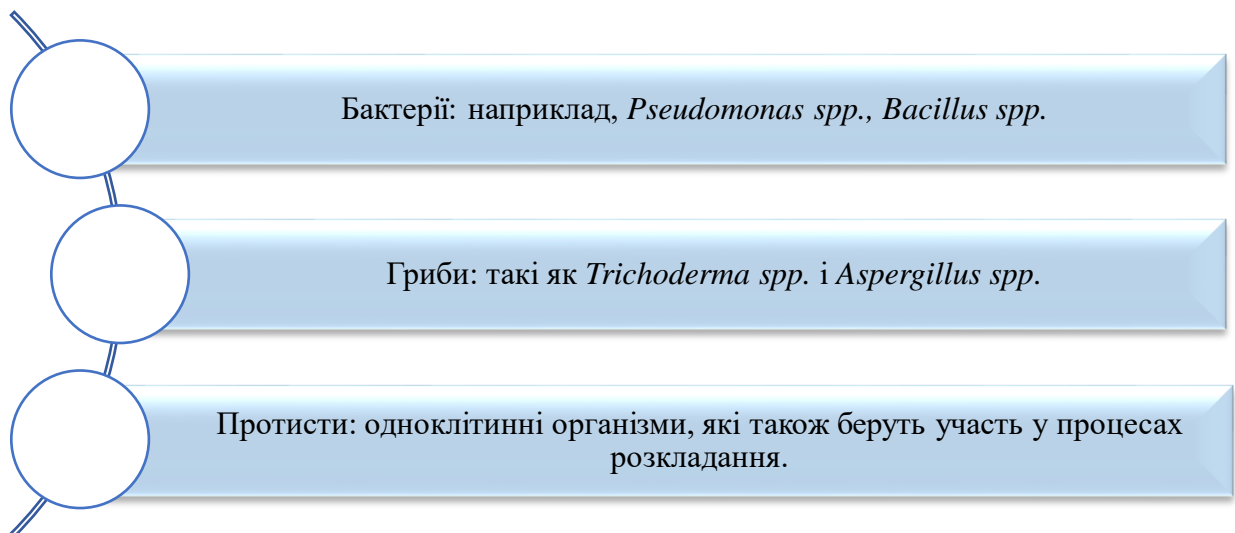


Рис. 1.7. Основні типи біодеструкторів

Розкладання залишків рослин залежить, перш за все, від їхньої загальної біомаси та кліматичних умов, таких як вологість і температура [55, 65]. Використання хімічних засобів у сучасних агротехнологіях негативно впливає на активність корисної мікрофлори, що, в свою чергу, уповільнює процеси розкладання рослинних залишків. Це призводить до накопичення в ґрунті лігніну та фенолів, які гальмують ріст культурних рослин, затримують мінералізацію органічних речовин і знижують родючість ґрунту. Крім того,

фітопатогенні гриби та бактерії, що залишаються на рослинних рештках, можуть проникати в рослини, викликаючи різні захворювання, що в кінцевому підсумку призводить до зниження врожайності. Дослідженнями визначено, що застосування біодеструкторів суттєво прискорює розкладання стерні. Наприклад, у роботі Іванова та ін. (2022) [71] повідомлялося, що за використання спеціалізованих препаратів на основі бактерій та грибів термін розкладання стерні зменшився на 30-50% порівняно з традиційними методами заробки. Отримані результати досліджень [11] свідчать про позитивний вплив біодеструктору стерні на мікробіологічні показники ґрунту на початковому етапі розкладу органічної маси. Найкраще у дослідженнях авторів це відбувалося в умовах полицевого обробітку при застосуванні розрахункової дози добрив. Петренко та Коваленко (2023) [117] визначили, що біодеструктори не лише прискорюють процеси розкладання, але й сприяють поліпшенню структури ґрунту, збільшуючи його аерацію та водопроникність.

Використання біодеструкторів сприяє покращенню фізичних властивостей ґрунту [139, 210, 227, 228]. Мікроорганізми розкладають органічні залишки, що сприяє утворенню більшої кількості гумусу - важливого компонента родючого ґрунту. Гумус, в свою чергу, покращує водоутримуючу здатність ґрунту, його аерацію та забезпечує рослини необхідними елементами живлення [17, 32, 80, 113, 185].

Наукові дослідження підтверджують, що існує пряма залежність: чим більший відсоток гумусу в ґрунті, тим більше поживних речовин отримують рослини, що позитивно впливає на їхній ріст і розвиток, а отже, і на загальний урожай [256]. Таким чином, забезпечення оптимального рівня гумусу є виключно важливим для підтримки родючості ґрунтів і підвищення продуктивності сільського господарства загалом.

Дослідженнями, проведеними Гамаюною В.В. та ін. встановлено, що біодеструктори стерні впливають на поживний режим ґрунту. Результати показали, що застосування біодеструкторів сприяє підвищенню вмісту

доступних форм азоту та фосфору в ґрунті, що позитивно впливає на ріст і розвиток наступних культур, зокрема соняшнику [17].

У дослідженнях, проведених О.В. Гуменюком [195], було виявлено, що використання біодеструктора в дозі 10 літрів на гектар у комбінації з внесенням мінеральних добрив у кількості $N_{120}P_{100}K_{160}$ призводить до максимального накопичення в ґрунті мінерального азоту, рухомого фосфору та обмінного калію. Ці результати свідчать про ефективність поєднання органічних і мінеральних добрив для поліпшення живлення рослин.

Аналогічні висновки були зроблені і іншими дослідниками [233], які продемонстрували, що обробка стерні післяжнивних решток ячменю ярого та гороху за допомогою біодеструктора в поєднанні з азотним добривом (N_{30}) значно підвищує вміст рухомих макроелементів у ґрунті. Зокрема, під час досліджень було зафіксовано середнє збільшення нітратів на 32,6 %, рухомого фосфору на 13,4 % та обмінного калію на 13,3 % у порівнянні з їх початковими значеннями після збирання культур. Крім того, видовий склад рослин-попередників також впливав на рівень елементів живлення в ґрунті. Наприклад, через три місяці після обробки післяжнивних решток ячменю ярого біодеструктором у ґрунті було накопичено 12,6 мг/кг нітратів, 53,8 мг/кг рухомого фосфору та 253,0 мг/кг обмінного калію. Ці показники виявилися нижчими порівняно з аналогічними даними для гороху, де спостерігалось зменшення на 8,7 %, 12,2 % і 11,8 % відповідно. Таким чином, результати досліджень підтверджують важливість використання біодеструкторів для покращення родючості ґрунту та забезпечення рослин необхідними елементами живлення. Встановлено, що використання різних мікробних препаратів-деструкторів стерні підвищує ступінь розкладу соломи пшениці озимої, що сприяє покращенню структури ґрунту та його водно-фізичних властивостей [13].

Панфілова А.В. досліджувала вплив біодеструктора стерні та способу основного обробітку на поживний режим ґрунту. Результати показали, що застосування біодеструкторів сприяє підвищенню вмісту нітратів, рухомого

фосфору та обмінного калію в ґрунті, що позитивно впливає на ріст і розвиток наступних культур [232].

У дослідженні, проведеному Гамаюною В.В., Нагорною О.В. та Панфіловою А.В., було вивчено водоспоживання соняшнику в різних ланках сівозміни з використанням біодеструкторів для розкладу рослинних решток. Результати показали, що застосування біодеструкторів сприяє оптимізації водного режиму ґрунту, що позитивно впливає на врожайність соняшнику [17].

Біодеструктори, завдяки своїм властивостям, можуть суттєво знижувати ризик розвитку патогенних мікроорганізмів у ґрунті. Вони сприяють формуванню конкурентного середовища між корисними і шкідливими мікроорганізмами, що, в свою чергу, сприяє зменшенню кількості хвороботворних бактерій і грибів. Це позитивно впливає на ростові процеси рослин, оскільки зменшує ймовірність захворювань та покращує загальний стан рослинних організмів [202, 249].

Дослідженнями визначено, що використання біодеструкторів може не тільки підвищити мікробіологічну активність ґрунту, але й сприяти збільшенню біорізноманіття, що є важливим фактором для підтримання екосистемної рівноваги [194]. Застосування таких препаратів може стати ефективним способом управління ґрунтовою мікрофлорою, що в кінцевому підсумку призводить до підвищення врожайності сільськогосподарських культур [114, 137, 223].

Використання біодеструкторів є екологічно безпечним заходом управління заробкою соломи стерні та інших рослинних залишків. На відміну від хімічних засобів, які можуть забруднювати довкілля, біодеструктори сприяють природному процесу розкладання без негативного впливу на екосистему. Гриценко (2023) [41] акцентує увагу на екологічній безпеці біодеструкторів, зазначаючи, що вони не містять токсичних речовин і не шкодять корисним організмам. Це засвідчує доцільність їх використання в органічному землеробстві.

Розкладання стерні та рослинних залишків за допомогою біодеструкторів може суттєво зменшити викиди CO_2 і метану в атмосферу. Використання цих препаратів активізує діяльність мікроорганізмів, які ефективно використовують залишки рослин для свого розвитку. В процесі розкладу органічні залишки перетворюються на нові сполуки, що знижує кількість парникових газів, які вивільняються в атмосферу [252].

Дослідженнями визначено, що активне використання біодеструкторів не лише сприяє покращенню якості ґрунту, але й зменшує викиди метану, які є наслідком анаеробного розкладу органічних матеріалів [193]. Цей процес є важливим для боротьби з глобальним потеплінням, адже зменшення викидів парникових газів має критичне значення для стабілізації клімату [224].

Використання біодеструкторів в агроєкосистемах може суттєво підтримувати і підвищувати біорізноманіття. Ці препарати активізують діяльність корисних мікроорганізмів, що, у свою чергу, створює сприятливі умови для розвитку інших організмів, таких як гриби, бактерії та безхребетні [204]. Завдяки розкладу органічних залишків, біодеструктори сприяють утворенню гумусу, що покращує структуру ґрунту та його родючість, що є важливим фактором для підтримки різноманіття видів [258].

Дослідженнями встановлено, що підвищення біорізноманіття в агроєкосистемах не лише сприяє стабільності екосистеми, але й підвищує її продуктивність та стійкість до шкідників і хвороб [254]. Використання біодеструкторів може також бути ефективним у відновленні деградованих земель, створюючи умови для відтворення природних екосистем і збільшення кількості корисних видів мікробіоти [165].

Впровадження біодеструкторів у практику сільського господарства може суттєво знизити витрати на добрива та пестициди. Використання цих препаратів сприяє активізації корисних мікроорганізмів у ґрунті, що, в свою чергу, покращує його структуру та підвищує вміст гумусу [28, 106, 154, 205, 230]. Родючий ґрунт з високим вмістом гумусу має більшу здатність утримувати вологу та поживні речовини, що дозволяє зменшити залежність від

зовнішніх ресурсів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [258].

Дослідженнями визначено, що оптимізація складу ґрунту внаслідок використання біодеструкторів може зменшити потребу в хімічних добривах до 30-50% [258]. Це не лише знижує витрати для виробництва, але й позитивно впливає на екологічну ситуацію, зменшуючи ризики забруднення навколишнього середовища [165]. Таким чином, впровадження біодеструкторів не лише економічно вигідне, але й екологічно обґрунтоване рішення для сучасного сільського господарства.

Дослідженнями Левченка (2022) [98] визначено, що інвестиції в біодеструктори окуповуються завдяки зростанню врожайності культур на 20-30%. Це засвідчує економічну доцільність впровадження таких технологій у виробництво [179, 181].

Загалом, використання біодеструкторів стерні після озимої пшениці є перспективним напрямом у підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва. Дослідження вказують на позитивний вплив на родючість ґрунту, водний режим та врожайність наступних культур, таких як соняшник. Однак для досягнення максимального ефекту необхідно враховувати специфіку ґрунтово-кліматичних умов та обирати оптимальні способи обробітку ґрунту в поєднанні з відповідними біодеструкторами.

Висновки до розділу 1:

1. Соняшник (*Helianthus annuus*) є однією з провідних олійних культур, що має високу економічну, екологічну та агротехнічну цінність. Його вирощування забезпечує аграріям стабільний прибуток завдяки високому попиту на олію, білкові корми та інші продукти переробки. Соняшникова олія - цінне джерело ненасичених жирних кислот, вітамінів та антиоксидантів, що має широке застосування в харчовій, медичній, косметичній і енергетичній галузях.

2. Культура характеризується посухостійкістю, що робить її перспективною в умовах кліматичних змін. Разом із тим, потребує адаптаційних стратегій для збереження стабільної врожайності. Соняшник позитивно впливає на структуру ґрунту, зменшує ерозію та сприяє підвищенню біорізноманіття, що засвідчує його значення в системах сталого землеробства.

3. Соняшник є високопродуктивною однорічною культурою з добре розвиненою кореневою системою, що забезпечує ефективне засвоєння вологи й поживних речовин навіть у посушливих умовах. Морфологічна будова рослини адаптована до різних агрокліматичних зон. Соняшник має високу посухостійкість, теплолюбний, потребує інтенсивного освітлення. Найкраще росте на родючих ґрунтах з нейтральною або слабокислою реакцією середовища.

4. У світі, зокрема в Україні, спостерігається зростання посівних площ під соняшником, що пов'язано з кліматичними змінами, економічною доцільністю та необхідністю заміни інших культур у несприятливі роки. Високі показники урожайності в Україні досягаються завдяки застосуванню сучасних сортів, гібридів, агротехнологій, добрив, мікродобрив і регуляторів росту. Це забезпечує конкурентоспроможність культури на світовому ринку.

5. Інокуляція біопрепаратами, зокрема регуляторами росту та мікоризними препаратами, позитивно впливає на проростання, енергію проростання та схожість насіння соняшнику. Застосування таких препаратів сприяє підвищенню врожайності (на 7–15%) і якості продукції (олійність, маса 1000 насінин, розмір кошиків). Мікоризна інокуляція покращує живлення рослин, розвиток кореневої системи та стійкість до стресових умов (посуха, дефіцит поживних речовин). Найефективнішими є комбіновані підходи, що поєднують інокуляцію з іншими агротехнічними заходами. Інокуляція соняшнику є перспективним напрямом, що потребує подальших досліджень для удосконалення технологій вирощування цієї культури.

Рослинні залишки, зокрема стерня, є важливим джерелом органічної речовини, яка відіграє основну роль у підтримці родючості ґрунту та

екологічної рівноваги агроєкосистем. Традиційні методи управління стернею (спалювання, механічне подрібнення) часто є неефективними, уповільнюють мінералізацію і сприяють розвитку патогенів. Біодеструктори, що містять корисні мікроорганізми, значно прискорюють розкладання органічних решток, підвищують вміст гумусу, оптимізують поживний і водний режим ґрунту, покращують його структуру та аерацію. Застосування біодеструкторів у поєднанні з добривами сприяє підвищенню вмісту доступних форм азоту, фосфору й калію в ґрунті, що позитивно позначається на рості та розвитку сільськогосподарських культур.

Публікації за розділом 1:

1. Гамаюнова В.В., **Павлов В.О.**, Троїцький І.М., Задирко Р.В., Бакланова Т. В. Розробка енергозберігаючих елементів у сучасних технологіях вирощування олійних культур. Матеріали IV Міжн. наук.-практ. онлайн конф.: *«Тенденції розвитку та виклики сучасній аграрній науці й освіті, за змінних кліматичних та політичних умов»* 28-30 листопада 2022 року. Націон. унів. біоресурсів і природокористування України. м. Київ. С.8–10.

2. **Павлов В. О.**, Гамаюнова В. В. Ефективність біопрепаратів у сучасному землеробстві. *Конференцію зареєстровано в УкрІНТЕІ (посвідчення № 595 від 25.12. 2023 р.)* Редакційна колегія: Дробітько АВ—доктор сільськогосподарських наук, професор Самойленко МО—доктор сільськогосподарських наук, професор (2024): 111.

3. Гамаюнова В. В., **Павлов В. О.** Екологічна революція: роль біодеструкторів стерні у вирощуванні соняшнику. Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 6 грудня 2024 року / Наукова редакція: Анджей Борусевич, Януш Лісовський, Валентина Гамаюнова, Тетяна Манушкіна. Ломжа – Миколаїв. Видавництво: MANS w Łomży, 2025. С. 152–154.

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Ґрунтово-кліматична характеристика ПАФ «Схід», розташованого в с. Довга Пристань Первомайського району Миколаївської області

Дослідження з середньораннім гібридом соняшнику Р64LP130 проводили на полях Приватної Агрофірми "Схід", яка розташована у селі Довга Пристань Первомайського району Миколаївської області. Це південний регіон України, який знаходиться у степовій зоні та має помірно-континентальний клімат. Географічне положення агрофірми створює сприятливі, хоча й не прості, умови для сільськогосподарського виробництва.

Регіон характеризується помірно-континентальним кліматом із тривалим теплим періодом, який становить 210–220 і більше днів на рік. Основні кліматичні характеристики:

- Середньорічна температура становить $+9...+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Літній період (червень–серпень) відзначається середньомісячними температурами $+22...+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, а максимальні температури можуть сягати $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище.
- Зимовий період (грудень–лютий) відзначається середніми температурами близько $-3...-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, іноді зі зниженням до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Найнижчі температури в році зазвичай спостерігаються в січні, коли середня добова температура повітря становить $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. У той же час, серпень останніми роками став найтеплішим місяцем, з середньодобовою температурою $24,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це не відповідає середньобагаторічним показникам, згідно з якими липень завжди був найспекотнішим місяцем у місті Первомайськ. Зима розпочинається наприкінці листопада або на початку

грудня і триває до кінця лютого, з тривалістю від 60 до 90 днів. Весна настає, коли середня добова температура повітря підвищується вище 0 °С.

У другій та третій декадах жовтня в окремі роки можна спостерігати перші осінні заморозки, тоді як останні весняні заморозки, як правило, відбуваються в період з першої до другої декади квітня. Сніговий покрив зазвичай має висоту від 3 до 9 см і може покривати землю протягом 20–65 днів. В окремі роки максимальна висота снігу може сягати 21–55 см. Через глобальні зміни клімату зима часто проходить без снігу, і покрив може зовсім не утворюватися. Ґрунт промерзає на глибину від 11 до 31 см [35].

Вегетаційний період у Південному Степу триває від 220 до 245 днів, починаючись при досягненні середньої добової температури 5 °С, що зазвичай відбувається на півдні України в другій декаді березня. Цей період завершується в першій декаді листопада. Сума ефективних температур вище 5 °С варіює від 3370 до 3770 °С на півночі Південного Степу до 3810–3955 °С на півдні. Активна вегетація сільськогосподарських культур із середньою температурою понад 10 °С триває приблизно 176–198 днів (мінімум – 160, максимум – 220). Активний вегетаційний період починається між 9 і 18 квітня та закінчується між 9 і 25 жовтня.

Посухи становлять серйозну загрозу для рослинництва в зоні Південного Степу. Вони можуть бути атмосферними, ґрунтовими або комплексними, з ймовірністю прояву до 90% на більшій частині регіону, особливо під час активної вегетації культур. У теплу пору року, з квітня по жовтень, кількість днів із суховіями коливається від 20 до 33, тоді як на прибережних територіях цей показник становить від 3 до 11 днів.

Крім того, Південний Степ піддається впливу інших несприятливих погодних явищ, таких як сильні дощі, зливи, град, сильні вітри та пилові бурі [89, 129].

Відносна вологість повітря протягом року змінюється: вона може становити менше 30% під час суховіїв і досягати 60% влітку та 80% навесні і

восени. У період з квітня по жовтень кількість днів із низькою вологістю (30% і нижче) становить від 29 до 38 (рис.2.1).

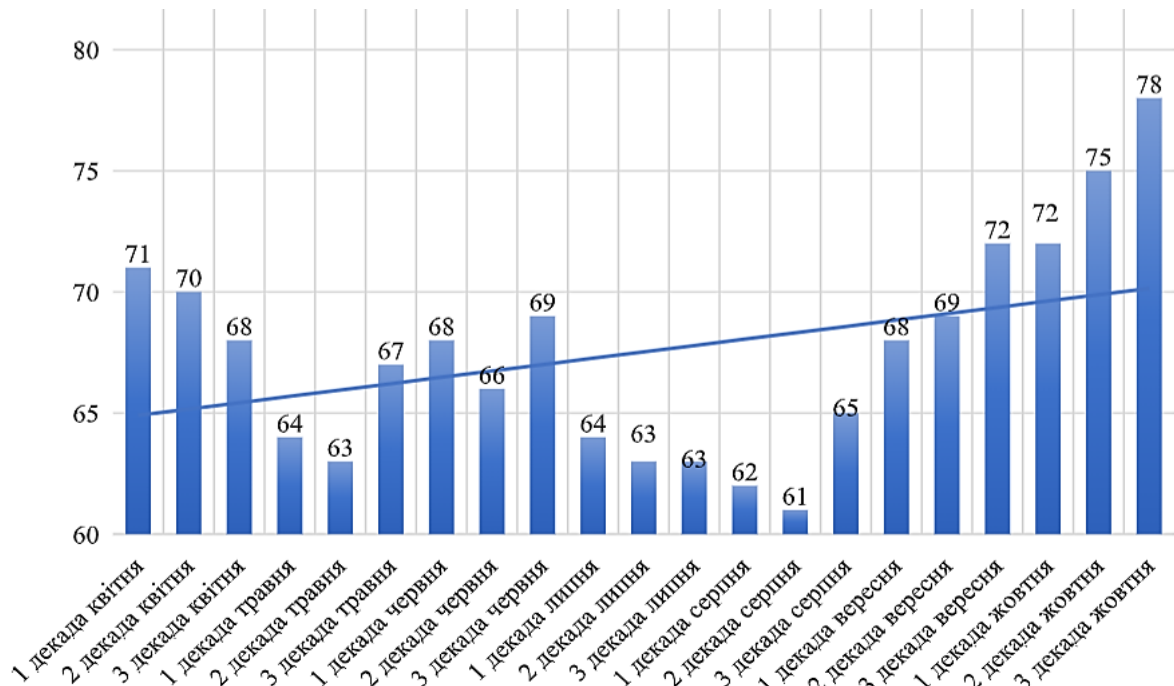


Рис. 2.1. Середньодекадна відносна вологість повітря у Південному Степу України за теплий період року (джерело: Укргідрометцентр), % [35]

Зимовий період у Південному Степу характеризується частими тривалими відлигами (понад 5 днів), які можуть тривати від 40 до 69 днів у період з грудня по лютий. Відлиги негативно впливають на зимовий спокій озимих культур і знижують їх морозостійкість [35, 130].

Щорічна кількість опадів становить близько 350–450 мм, причому більша їх частина випадає в теплий період року (травень–серпень). Нерівномірний розподіл опадів часто викликає дефіцит вологи, особливо під час літніх місяців. Найбільша кількість опадів припадає на весну та початок літа, однак у липні та серпні часто спостерігається дефіцит вологи.

У більшості районів коефіцієнт зволоження становить 0,5–0,6, що свідчить про посушливі умови.

Сонячна інсоляція висока, з річною тривалістю сонячного саява понад 2000 годин, що сприяє активному фотосинтезу.

Кліматично-грунтові умови на території агрофірми визначають її орієнтацію на вирощування посухостійких культур, таких як:

- **Соняшник**, який здатен формувати стабільно високі врожаї навіть в умовах недостатнього зволоження.
- **Зернові культури** (озима пшениця, ячмінь), які оптимально пристосовані до короткочасного дефіциту вологи.
- **Кормові культури** для підтримки тваринництва.

Розташування в зоні ризикованого землеробства спонукає до використання сучасних агротехнологій, таких як застосування біодеструкторів стерні, мікродобрив, систем точного землеробства, а також заходів боротьби з ерозією.

Приватна Агрофірма "Схід" має значний потенціал для розвитку сільськогосподарського виробництва завдяки родючим ґрунтам і тривалому безморозному періоду. Однак кліматичні виклики, такі як посуха і нерівномірний розподіл опадів, вимагають адаптації технологій господарювання та застосування сучасних агротехнічних заходів.

У продовж 2022–2024 років, згідно з кліматичними спостереженнями, температурні коливання показували тенденцію до поступового підвищення середньорічної температури, характерної для глобального потепління (рис.2.2, 2.3).

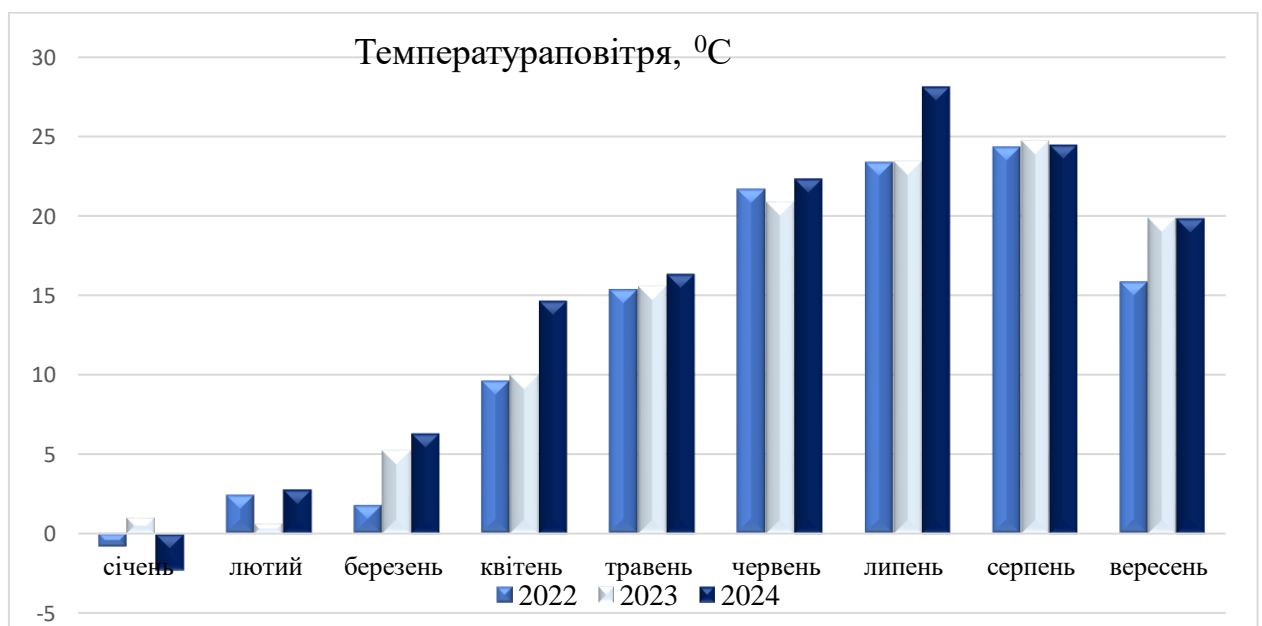


Рис. 2.2. Температурний режим

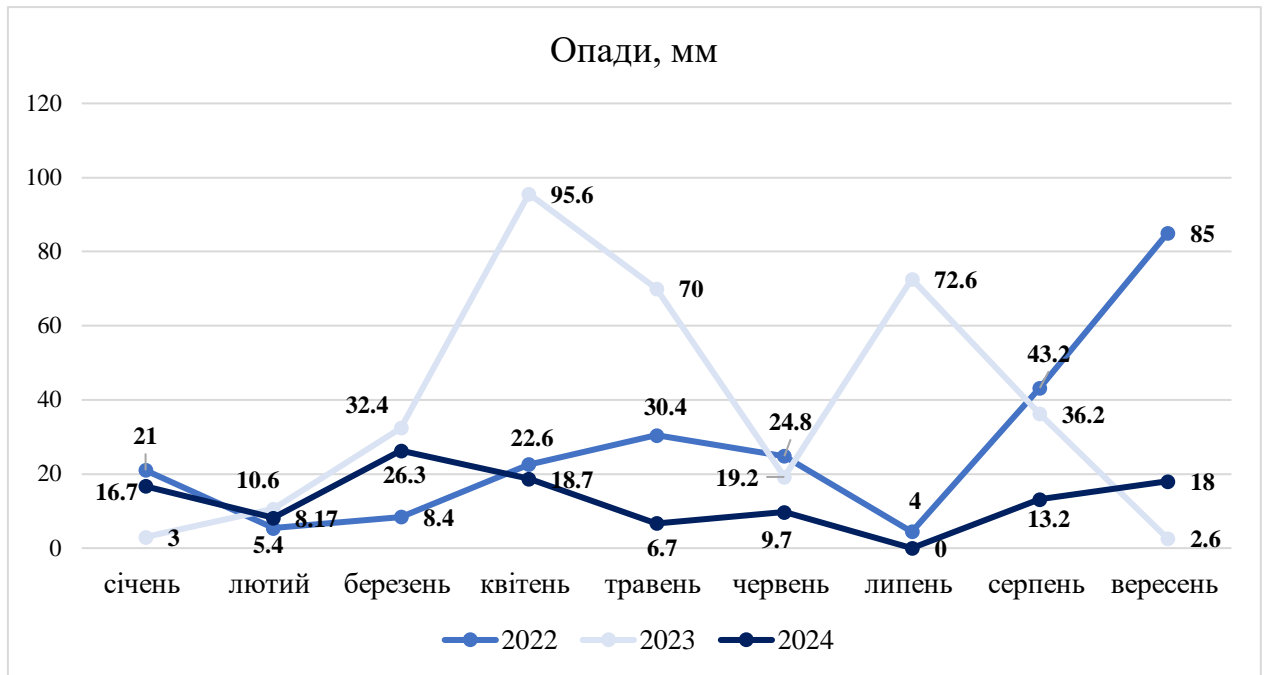


Рис. 2.3. Кількість опадів у роки досліджень, мм

2022 рік. Зима: Зима 2022 року була відносно м'якою з періодичними похолоданнями. Середня температура січня становила $-1 \dots -3^{\circ}\text{C}$, що близько до норми. **Весна:** Весняний період розпочався рано, з середини березня. Середні температури у квітні становили $+10 \dots +13^{\circ}\text{C}$, що сприяло ранньому початку польових робіт. **Літо:** Літні місяці були спекотними та посушливими. Середня температура липня становила $+23 \dots +25^{\circ}\text{C}$, а максимальні показники досягали $+35^{\circ}\text{C}$. **Осінь:** Осінній період був теплим, із середніми температурами у вересні $+18 \dots +20^{\circ}\text{C}$. Проте в жовтні температура різко знизилася до $+10 \dots +12^{\circ}\text{C}$.

2023 рік. Зима: Зима 2023 року була більш холодною, ніж у попередньому році. Середня температура січня опустилася до $-2 \dots -5^{\circ}\text{C}$, із короткочасними сильними морозами до -10°C . **Весна:** Весна була затяжною та прохолодною, з середньою температурою в квітні $+8 \dots +12^{\circ}\text{C}$. Пізній початок тепла трохи затримав польові роботи. **Літо:** Літні місяці знову характеризувалися спекою. Середні температури в червні становили $+24^{\circ}\text{C}$, а в липні й серпні перевищували $+30^{\circ}\text{C}$. Деякі райони області страждали від посухи. **Осінь:** Осінь 2023 року була тривалою та теплою, із середньою

температурою у вересні +19...+21°C, що дозволило збирати врожай без затримок.

У 2024 році кліматичні умови в Первомайському районі Миколаївської області були несприятливими для вирощування соняшнику, що призвело до значного зниження врожайності. **Весна 2024 року:** У травні спостерігалось похолодання, але без заморозків. У третій декаді березня кількість опадів у південних областях України, включаючи Миколаївську, була близькою до норми, становлячи 30–48 мм. **Літо 2024 року:** У липні спостерігалась аномальна спека, яка негативно вплинула на посіви соняшнику. Липнєве сонце випалило значні площі посівів, що призвело до зниження врожайності. **Осінь 2024 року:** У жовтні середня температура повітря коливалася в межах 10–15 °С, що є типовим для цього періоду (рис. 2.4).

Загалом, нестача опадів (рис. 2.5) у критичні періоди вегетації та аномально високі температури влітку 2024 року негативно вплинули на вирощування соняшнику в регіоні.

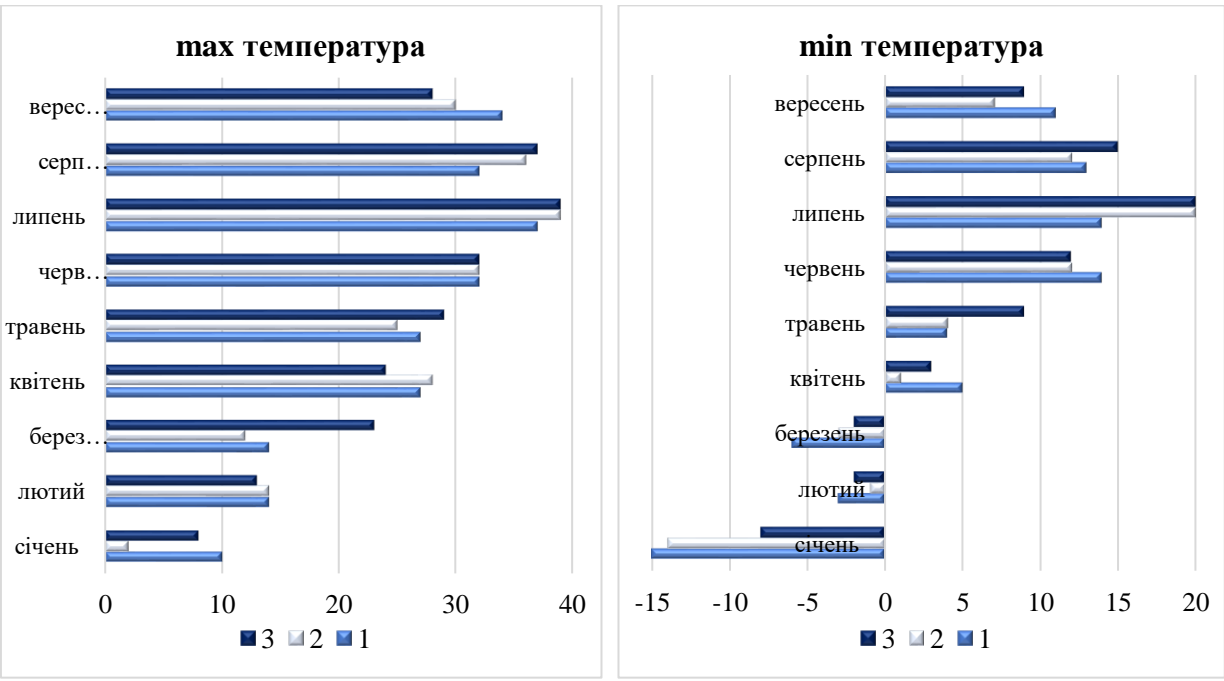


Рис. 2.4. Температура повітря (максимальна і мінімальна) у 2024 році, °С



Рис. 2.5. Кількість опадів та їх відношення до норми у несприятливому 2024 році, мм

Через несприятливі погодні умови, зокрема аномальну спеку влітку, середня врожайність соняшнику в Миколаївській області у 2024 році була майже вдвічі нижчою порівняно з 2023 роком. На деяких полях врожайність не перевищувала 0,5 т/га.

Кліматичні умови в Первомайському районі Миколаївської області в 2024 році були найменш сприятливими для вирощування соняшнику, що призвело до значного зниження врожайності цієї культури.

2.2. Основні характеристики чорнозему звичайного

Ґрунтовий покрив Миколаївської області, де розташовані землі ПАФ Схід, представлений переважно чорноземами звичайними середньогумусними, які є високопродуктивними і забезпечують стабільний урожай за умов дотримання технологій вирощування. Окрім чорноземів звичайних, зустрічаються й інші різновиди чорноземних ґрунтів.

Чорнозем звичайний є одним із найбільш поширених типів ґрунтів у Миколаївській області. Цей ґрунт формується в умовах помірно посушливого

степового клімату на лесових материнських породах, що сприяє утворенню високої родючості. Його характеристики визначаються як природними умовами регіону, так і антропогенним впливом.

Генетичний профіль чорнозему звичайного складається з кількох горизонтів, які відображають процеси ґрунтоутворення та накопичення органічної речовини. Зазвичай він включає такі горизонти:

Гумусовий горизонт (А): Це верхній шар ґрунту (товщина: 40–60 см), насичений органічною речовиною (гумусом), що надає йому темно-сірого або чорного кольору. Структура: грудкувата або зерниста, забезпечує хорошу аерацію і водопроникність. Гумусовий горизонт має вміст гумусу 3,5–6%. Найвищий вміст гумусу спостерігається у верхніх шарах, зменшується з глибиною.

Перехідний горизонт (В): Розташований під гумусовим горизонтом (товщина: 20–30 см) характеризується зменшенням вмісту органічної речовини та поступовим переходом до материнської породи. Колір: світло-сірий із бурым відтінком.

Материнська порода (горизонт С): Нижній шар, що складається з незміненої або слабо зміненої породи, на якій сформувався ґрунт. Колір: жовтуватого-сірий. Вапняний, багатий на карбонати, що іноді утворюють псевдоміцелії. Склад: лесоподібний матеріал.

Реакція ґрунту (рН): слабколужний (6,8–7,5), що сприятливо впливає на доступність поживних речовин для рослин [38, 39].

Забезпеченість макроелементами: Азот: високий вміст у гумусовому горизонті. Фосфор і калій: у достатній кількості, але фосфор інколи потребує додаткового внесення для інтенсивних культур. Вміст кальцію: високий, що забезпечує сприятливі умови для рослин і запобігає підкисленню.

Щільність ґрунту 1,1–1,3 г/см³ у верхньому шарі. Водопроникність висока, проте у разі надмірного ущільнення може знижуватися. Вологоємність: гарна здатність утримувати вологу завдяки гумусовому горизонту. Гранулометричний склад: середньо- та дрібнозернистий суглинок [164].

Чорноземи звичайні в Миколаївській області є природно високородючими ґрунтами.

Потенціал родючості залежить від правильного сільськогосподарського використання. За відсутності ерозійних процесів і деградації вони забезпечують сталу врожайність сільськогосподарських культур.

Основні культури: соняшник, пшениця озима, кукурудза, ячмінь, та соя.

Надмірна експлуатація чорноземів звичайних без врахування сівозмін може призводити до зниження вмісту гумусу [2, 169].

Використання інтенсивних монокультур (зокрема соняшнику) спричиняє ерозію та зниження родючості.

Вітрова та водна ерозія є типовими проблемами, особливо на схилах та відкритих територіях.

Використання зрошення у степових умовах підвищує врожайність, проте може спричиняти вторинне засолення за недотримання норм.

Заходи покращення стану чорнозему звичайного:

- Застосування сівозмін: Включення бобових культур, які збагачують ґрунт азотом.
- Органічні добрива: Внесення органічних добрив і сидератів сприяє підвищенню вмісту гумусу.
- Захист від ерозії: Створення полезахисних лісосмуг та використання мінімального обробітку ґрунту.

Ресурсозберігаючі технології: Нульовий та мінімальний обробіток, що зберігає структуру ґрунту [1, 126, 237, 259]

Чорнозем звичайний у Миколаївській області є унікальним ресурсом з високою родючістю, який забезпечує успішне вирощування основних сільськогосподарських культур. Однак для збереження його продуктивності необхідне впровадження сучасних технологій обробітку ґрунту, використання органічних добрив та дотримання сівозмін.

Ґрунтово-кліматичні умови Миколаївської області, зокрема земель, що знаходяться у розпорядженні ПАФ «Схід», є сприятливими для інтенсивного

сільськогосподарського виробництва. Завдяки раціональному використанню ресурсів, сучасним агротехнологіям і системам зрошення, підприємство ефективно адаптується до викликів, пов'язаних із посушливим кліматом і ґрунтовими ризиками.

2.3. Методика проведення польових дослідів

Дослідження з середньораннім гібридом соняшнику Р64LP130 проводили впродовж 2022-2024 рр. на полях Приватної Агрофірми "Схід", яка розташована у селі Довга Пристань Первомайського району Миколаївської області. Попередником в досліді була пшениця озима, після збирання насіння якої на полі залишалося в середньому 5-6 т/га соломи та післяжнивних кореневих рештків. Дослід двохфакторний. Схема дослідів наведена на рис. 2.6.

Площа посівної ділянки складала 300 м², облікової – 120 м². Повторність чотириразова.

Обробка біопрепаратом залишків соломи і стерні (середина вересня) + N₅ (5 кг д.р. NH₄NO₃ аміачної селітри) + Граундфікс 3 л/га. Заробка соломи, добрива і біопрепарату супроводжується дискуванням для їх рівномірного розподілу у верхньому шарі ґрунту. Застосування біопрепарату в поєднанні з механічним обробітком ґрунту забезпечує ефективну заробку органічних решток у ґрунтовий профіль, стимулюючи діяльність мікроорганізмів.

На початку жовтня, через два тижні після цього заходу проводили оранку на глибину 23–25 см для покращення аерації, водоутримуючої здатності ґрунту та забезпечення умов для ефективного розвитку кореневої системи соняшнику.

У фазу утворення у соняшнику 4 листків проводили обприскування посівів гербіцидом Євролайтинг згідно з регламентом препарату з метою ефективного контролю бур'янів та зниження конкуренції за вологу, світло і поживні речовини.

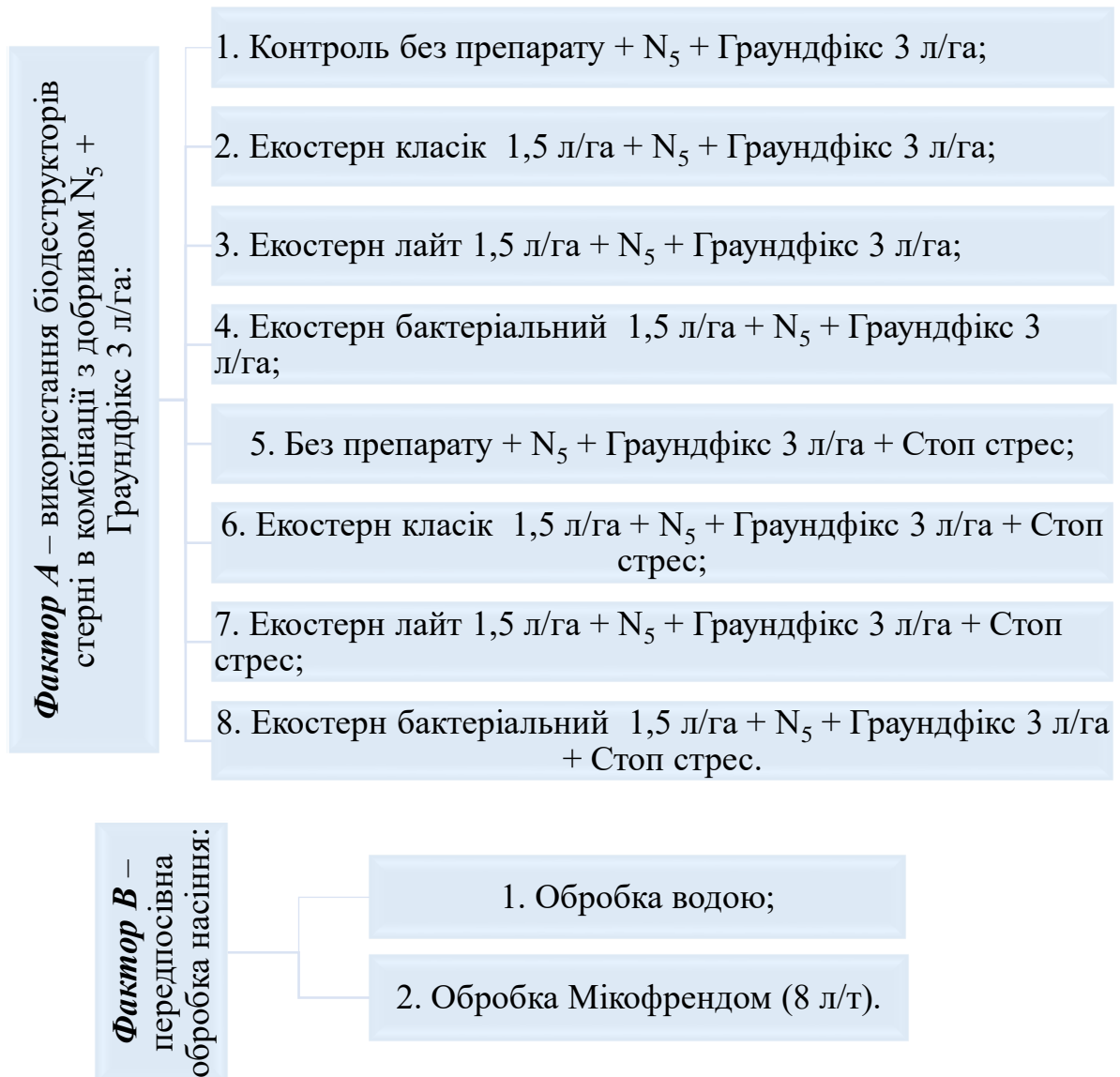


Рис. 2.6. Схема дослідів

У фазу 6 справжніх листків соняшнику проводили позакореневе підживлення комплексом препаратів Стоп стрес: Азотофіт (0,3 л/га) + Органік баланс (0,5 л/га) + Липосам (прилипач) 0,2 л/га за витрати робочого розчину 200 л/га.

Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю в досліді із соняшником проводили відповідно до зональних методичних рекомендацій та стандартів Державного стандарту України (ДСТУ) [46, 58, 59].

З метою реалізації завдань, визначених у дисертаційній роботі, нами були здійснені різноманітні спостереження, обліки та аналітичні дослідження. Вологість ґрунту на глибині 0–100 см визначали як до сівби, так і після

збирання врожаю, використовуючи термостатно-ваговий метод. Для оцінки загального водоспоживання застосовували метод водного балансу. Коефіцієнт водоспоживання розраховували шляхом ділення показника загального водоспоживання на рівень урожайності насіння.

Для культивування грибів використовували картопляний агар із глюкозою, який готували за методикою Наумова (1937).

Статистичну обробку отриманих експериментальних даних проводили за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel, а також програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнта кореляції аналізували згідно зі шкалою Чеддока [152].

Фенологічні спостереження, що включали визначення термінів настання таких фаз, як сходи, цвітіння, утворення кошиків, налив насіння та фізіологічна стиглість, а також облік густоти рослин у фазу сходів і перед збиранням врожаю, виконували згідно з "Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур" [103].

Облік врожаю проводили шляхом обмолоту насіння, яке досягло фази повної стиглості, за допомогою комбайна SAMPO-130. Отриману врожайність з ділянки коригували до стандартних показників. Для визначення вмісту білка в зерні використовували метод інфрачервоної спектроскопії, що відповідає вимогам ГОСТ 10846-91.

Економічну оцінку ефективності застосованих технологічних елементів вирощування проводили за допомогою технологічних карт, використовуючи розрахунковий метод на основі фактичних цін, які діяли у січні 2025 року. При цьому враховували витрати на 1 гектар, прибуток з 1 гектара, собівартість продукції та рівень рентабельності. Розрахунки енергетичної ефективності здійснювали відповідно до методичних рекомендацій О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [103].

Математична обробка отриманих результатів досліджень виконувалася з використанням методів дисперсійного та кореляційного аналізу, а також за допомогою комп'ютерних програм, таких як MS Office Excel та Statistica.

2.4. Характеристика гібриду соняшнику PL 130, який вирощували та опис препаратів, взятих на дослідження

Гібрид соняшнику **P64LP130** належить до лінійки високоврожайних гібридів, які поєднують у собі посухостійкість, стійкість до захворювань та адаптованість до різних кліматичних умов. Його вирощування забезпечує стабільну врожайність навіть у зонах із недостатнім зволоженням, що робить цей гібрид популярним серед аграріїв.

Середньоранній (100–110 днів від сходів до збирання врожаю). Висота рослин 150–170 см залежно від умов вирощування.

Кошик середнього розміру, нахилений донизу, що забезпечує краще стікання води та знижує ризик загнивання.

Середня врожайність складає 3,5–4,5 т/га залежно від агротехнічних заходів та погодних умов. Потенціал врожайності: до 5,5 т/га за сприятливих умов вирощування.

Посухостійкість гібриду висока, що робить його придатним для вирощування у південних регіонах, зокрема в Миколаївській, Херсонській та Одеській областях.

Висока стійкість до несправжньої борошнистої роси. Стійкість до іржі, фомозу, фомопсису, септоріозу та склеротиніозу. Гібрид витримує до 7 рас вовчка (А–G), що дозволяє вирощувати його на заражених полях. Рослини мають міцне стебло та високу стійкість до вилягання.

Вміст олії в насінні: 49–51% з високим вмістом лінолевої кислоти, що робить її придатною для харчового використання та технічної переробки.

Норма висіву: У посушливих регіонах: 50–55 тис. рослин/га. У регіонах із достатнім зволоженням: 60–65 тис. рослин/га. Глибина загортання насіння: 4–6 см залежно від вологості ґрунту.

Переваги:

- Висока посухостійкість та адаптивність до стресових умов.
- Стійкість до основних хвороб та вовчка.

- Стабільна врожайність навіть на ґрунтах середньої родючості.
- Високий вміст олії.

Рекомендовані регіони вирощування:

- Південна степова зона (зокрема Миколаївська, Херсонська, Одеська області).
- Центральна зона України, особливо на полях із ризиком зараження вовчком.

Гібрид **P64LP130** є відмінним вибором для аграріїв, які прагнуть отримати високий і стабільний врожай за умов обмежених ресурсів або посухи.

Біодеструктори стерні, які використовували у дослідях наведено на рис. 2.7.



Рис. 2.7. Біодеструктори стерні, які використовували у дослідях

Екостерн Класік - це інноваційний біопрепарат, створений для прискорення розкладання рослинних решток, збагачення ґрунту поживними речовинами та покращення його агрофізичних властивостей. Препарат активно використовується в аграрному секторі для підвищення родючості ґрунту та оптимізації технологій вирощування культур, зокрема в сівозміні. Склад біодеструктора Екостерн Класік наведено на рис. 2.8. а його призначення на рис. 2.9.

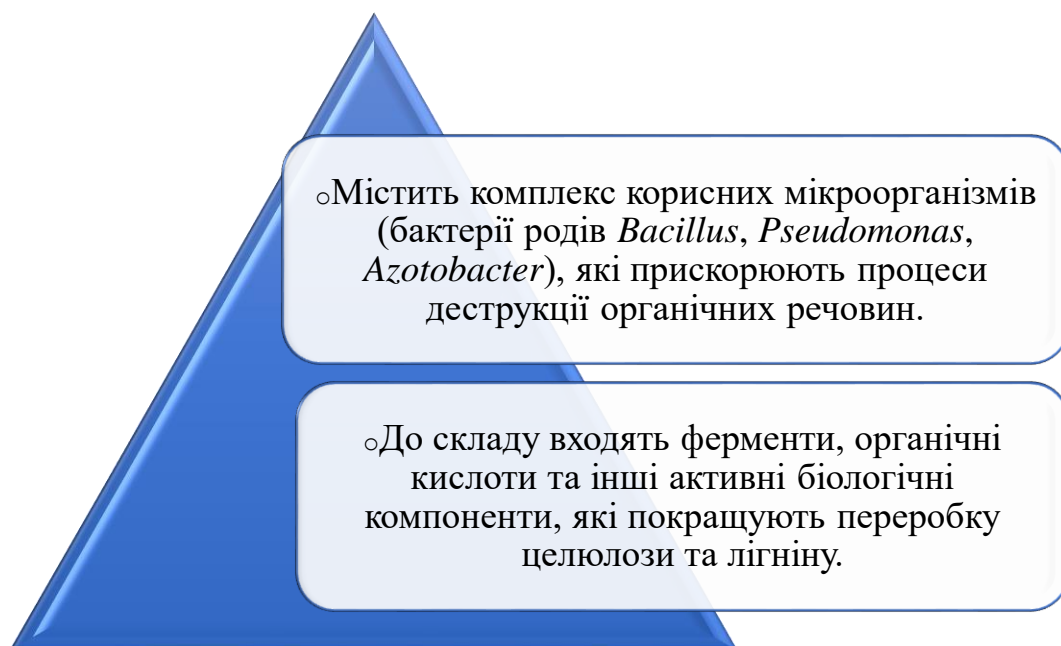


Рис. 2.8. Склад біодеструктора Екостерн Класік

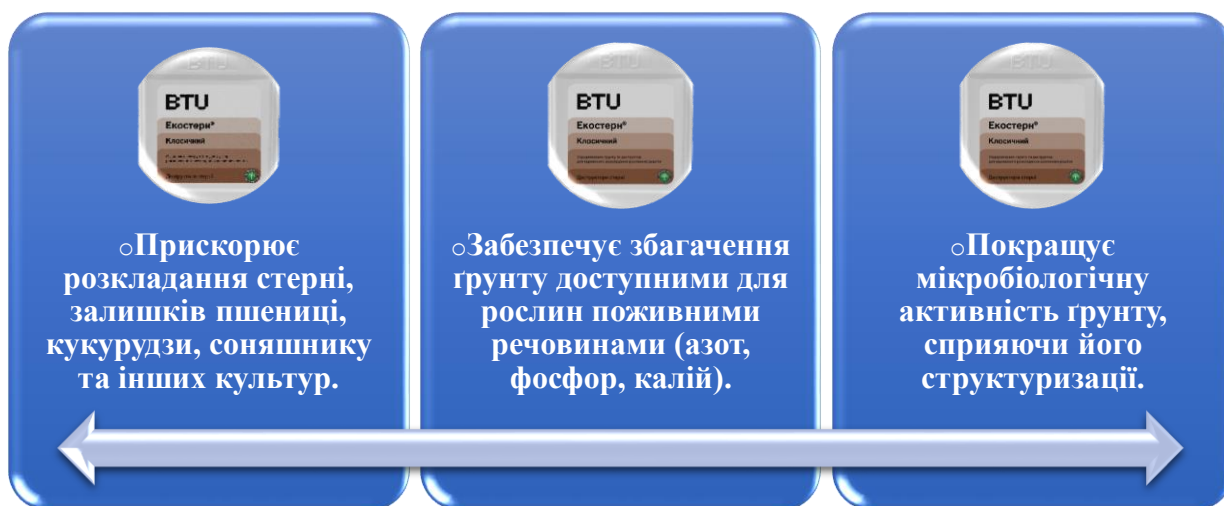


Рис. 2.9. Призначення біодеструктора Екостерн Класік

Біодеструктор стимулює активну мікробну ферментацію органічної маси, розщеплюючи складні сполуки до доступних для рослин форм. Знижує кількість патогенних мікроорганізмів у ґрунті, створюючи сприятливе середовище для корисної мікрофлори.

Препарат наноситься шляхом обприскування рослинних решток після збору врожаю. Після обробки Екостерном Класік рослинні рештки заробляють у ґрунт за допомогою дискових чи лемішних агрегатів.

Переваги використання:

- Зменшує потребу в мінеральних добривах завдяки природному відновленню родючості ґрунту.
- Збільшує врожайність наступних культур у сівозміні.
- Знижує ризик зараження ґрунту хворобами, які можуть зберігатися на залишках попередніх культур.

Екостерн Класік є безпечним для довкілля, не накопичується в ґрунті та не забруднює підземні води. Покращує екологічний баланс агроєкосистеми, сприяючи сталому землеробству.

Рекомендовані норми витрат: Для стерні пшениці: 1,5–2,0 л/га. Для стерні соняшнику: 2,0–2,5 л/га. Робочий розчин: 200–300 л/га залежно від типу рослинних решток.

Біодеструктор Екостерн Класік - це сучасний, екологічний та високоефективний засіб для покращення стану ґрунтів і підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Його застосування є важливим кроком до сталого агровиробництва та збереження природних ресурсів.

Екостерн Лайт - це сучасний біологічний препарат, розроблений для прискорення розкладання рослинних решток, зокрема після вирощування зернових, технічних і олійних культур. Завдяки своїй вдосконаленій формулі, препарат сприяє збагаченню ґрунту органічними речовинами, покращенню його структури та мікробіологічного складу. Склад біодеструктора Екостерн лайт наведено на рис. 2.10. а його призначення на рис. 2.11.

Препарат активізує мікроорганізми, які швидко розкладають рослинні рештки до простих сполук, доступних для рослин. Зменшує кількість хвороботворних грибів та бактерій у зоні обробки. Формула "Лайт" має знижені норми витрат, що робить її економічно вигідною для використання на великих площах. Підходить для стерні пшениці, соняшнику, кукурудзи та інших культур.

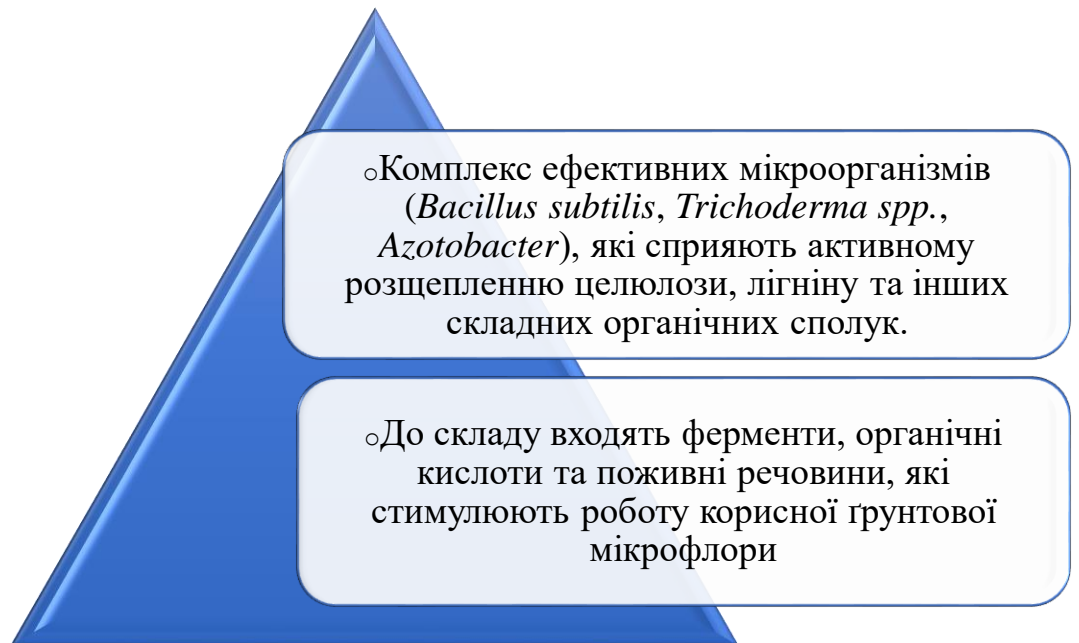


Рис. 2.10. Склад біодеструктора Екостерн Лайт

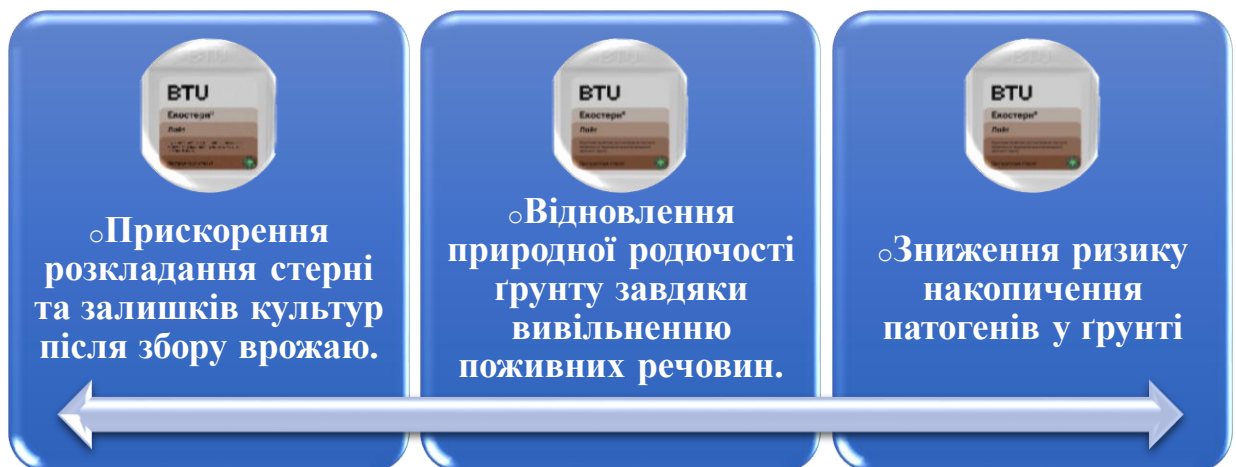


Рис. 2.11. Призначення біодеструктора Екостерн Лайт

Переваги застосування:

- Економічність: знижена норма витрати порівняно з іншими біодеструкторами.
- Екологічність: безпечний для довкілля, не забруднює ґрунт і водні ресурси.
- Підвищення родючості: створює сприятливі умови для накопичення гумусу та мікроелементів.
- Прискорення деструкції решток: особливо ефективний для залишків із високим вмістом целюлози.

- Зменшення витрат на мінеральні добрива: вивільнені поживні речовини стають доступними для наступної культури.

Спосіб застосування:

- Обробка стерні: Рівномірне нанесення препарату на стерню після збору врожаю.
- Внесення в ґрунт: Проведення обробітку ґрунту (дискування, культивация) для забезпечення контакту біодеструктора з рештками.

Рекомендовані норми витрат: Стерня зернових: 1,0–1,5 л/га. Стерня соняшнику: 1,5–2,0 л/га. Стерня кукурудзи: 2,0–2,5 л/га. Робочий розчин: Витрата води: 200–300 л/га залежно від густоти рослинних решток.

Екостерн Лайт є повністю безпечним для навколишнього середовища, не викликає акумуляції шкідливих речовин у ґрунті та не має негативного впливу на ґрунтову фауну. Препарат сертифікований для застосування в органічному землеробстві.

Біодеструктор Екостерн Лайт - це ефективний засіб для екологічно безпечного розкладання рослинних решток і відновлення природної родючості ґрунтів. Його застосування сприяє зменшенню витрат на мінеральні добрива, покращує стан агроєкосистеми та забезпечує стабільні врожаї в умовах сучасного інтенсивного землеробства.

Екостерн Бактеріальний - це сучасний біологічний препарат, створений на основі активних бактерій, який ефективно сприяє розкладанню рослинних решток та покращує родючість ґрунту. Завдяки використанню природних мікроорганізмів, препарат оптимізує процеси гуміфікації та підвищує доступність поживних речовин для наступних культур. Склад біодеструктора Екостерн бактеріальний наведено на рис. 2.12. а його призначення на рис. 2.13.

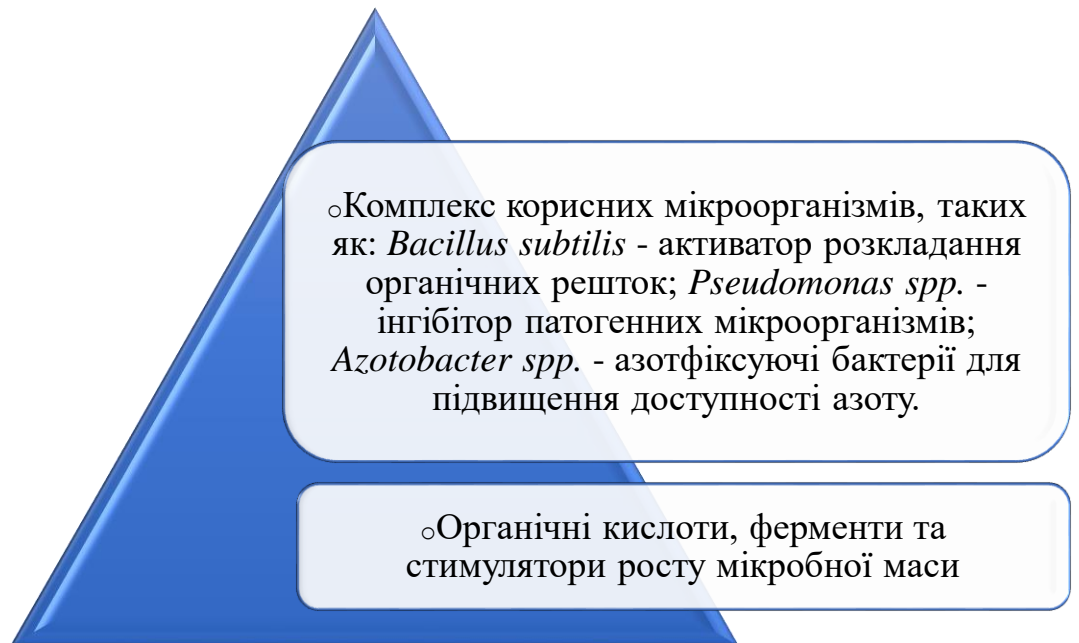


Рис. 2.12. Склад біодеструктора Екостерн бактеріальний



Рис. 2.13. Призначення біодеструктора Екостерн бактеріальний

Бактерії швидко проникають у рослинні рештки та ферментують целюлозу, лігнін та інші органічні сполуки. Стимулюється синтез гумусових речовин і покращується структура ґрунту. Пригнічується розвиток патогенних мікроорганізмів, які можуть бути присутніми на залишках.

Переваги використання:

- Прискорене розкладання органіки: Зменшує термін розкладання рослинних решток до 1,5–2 місяців.
- Економія добрив: Забезпечує ґрунт доступними формами азоту, фосфору та калію, зменшуючи потребу в мінеральних добривах.

- Покращення фізико-хімічних властивостей ґрунту: Стимулює накопичення гумусу, покращує водоутримуючу здатність ґрунту.

Безпечний для людей, тварин і навколишнього середовища.

Рекомендації щодо використання: Культури для застосування: Стерня зернових, соняшнику, кукурудзи, ріпаку, сої та інших польових культур. Норми витрат: Для стерні зернових: 1,5–2,0 л/га. Для решток соняшнику чи кукурудзи: 2,0–3,0 л/га. Препарат розводиться у воді з розрахунку 200–300 л/га залежно від густоти рослинних решток. Спосіб внесення: Обприскування стерні після збору врожаю з подальшим дискуванням чи культивацією.

Екостерн Бактеріальний є екологічно чистим продуктом, що не впливає негативно на довкілля. Його використання дозволяє зменшити хімічне навантаження на ґрунт і забезпечити його природне відновлення.

Екостерн Бактеріальний - це інноваційний препарат, який поєднує високу ефективність у деструкції рослинних решток із безпечністю для довкілля. Його застосування сприяє підвищенню родючості ґрунтів, зменшенню використання добрив і захисту агроєкосистеми, що робить його незамінним інструментом у сучасному землеробстві.

Мікофренд - це біологічний препарат, що містить живі мікроорганізми, зокрема грибки роду *Trichoderma*, які є природними антагоністами багатьох патогенів, що викликають хвороби рослин. Він використовується для обробки насіння соняшнику з метою покращення його схожості, росту та стійкості до захворювань.

Граундфікс - сучасний біопрепарат, створений для поліпшення родючості ґрунту та стабілізації його структури. Засіб стимулює розвиток корисної ґрунтової мікрофлори, оптимізує азотний обмін і сприяє розкладанню органічних речовин.

Склад: Азотфіксуючі бактерії (*Azotobacter spp.*, *Bacillus subtilis*), Гумінові кислоти, Органічні речовини для живлення мікроорганізмів.

Препарат активує природний процес азотфіксації, підвищуючи доступність азоту для рослин. Стимулює розкладання рослинних залишків,

збагачуючи ґрунт органічними сполуками. Покращує структуру ґрунту та його водоутримуючі властивості.

Переваги застосування:

- Зменшує потребу в мінеральних добривах.
- Підвищує врожайність культур на 10–20%.
- Сприяє накопиченню гумусу.
- Екологічно безпечний.

Норма витрати: 1,0–2,0 л/га у вигляді робочого розчину (200–300 л/га).

Стоп Стрес - антистресовий біопрепарат, який захищає рослини від негативного впливу стресових факторів, таких як засуха, різкі перепади температур, фітотоксичність агрохімікатів або пошкодження шкідниками.

Склад: Біологічно активні речовини (фітогормони, амінокислоти), Комплекс мікроелементів (цинк, магній, бор), Природні стимулятори росту.

Препарат регулює метаболічні процеси в рослинах, допомагаючи їм швидко адаптуватися до стресу. Зміцнює клітинні стінки та активує захисні системи рослини. Сприяє відновленню росту рослин після пошкоджень.

Переваги:

- Зменшує втрати врожайності через несприятливі умови.
- Підвищує стійкість рослин до посухи та інших абіотичних стресів.
- Покращує якість продукції (вміст олії, цукру тощо).
- Швидко засвоюється рослинами.

Норма витрати: 0,5–1,0 л/га, залежно від культури та ступеня стресу.

Обидва препарати - Граундфікс та Стоп Стрес - є важливими в сучасному землеробстві. Граундфікс оптимізує живлення рослин через підвищення родючості ґрунту, а Стоп Стрес забезпечує надійний захист культур у стресових умовах. Їх спільне використання сприяє підвищенню врожайності, поліпшенню якості продукції та збереженню агроєкосистем.

Висновки до розділу 2:

1. Приватна агрофірма "Схід" має значний потенціал для розвитку сільськогосподарського виробництва завдяки родючим ґрунтам і тривалому вегетаційному періоду. Кліматичні умови, зокрема посуха та нерівномірний розподіл опадів, вимагають адаптації технологій господарювання та впровадження сучасних агротехнічних рішень. Протягом 2022-2024 років спостерігалось поступове підвищення середньорічної температури, що свідчить про вплив глобального потепління. У 2024 році через несприятливі погодні умови середня врожайність соняшнику в Миколаївській області була майже вдвічі нижчою порівняно з 2023 роком, зокрема на деяких полях вона не перевищувала 0,5 т/га. Нестача опадів у критичні періоди вегетації та високі температури влітку вказують на необхідність адаптації елементів технології до змінних кліматичних умов для забезпечення отримання сталої врожайності.

2. Миколаївська область, де розташовані землі ПАФ "Схід", має переважно чорноземи звичайні середньогумусні, які є високопродуктивними. Чорноземи формуються в умовах помірно посушливого клімату та мають високу родючість завдяки наявності гумусного горизонту, що забезпечує добру аерацію та водопроникність. Чорноземи мають сприятливий рН (6,8–7,5), високий вміст кальцію та достатній вміст фосфору і калію, проте фосфор може потребувати додаткового внесення. Чорноземи забезпечують стабільну врожайність основних сільськогосподарських культур, таких як соняшник, пшениця, кукурудза, ячмінь і соя. Надмірна експлуатація чорноземів без дотримання сівозмін, використання інтенсивних монокультур та ерозійні процеси загрожують родючості ґрунтів. Для підтримання родючості необхідні заходи, такі як сівозміни з добром бобових культур, внесення органічних добрив, захист від ерозії та використання ресурсозберігаючих технологій.

3. Агротехнічні заходи вирощування соняшнику в дослідженні були загальноприйнятими для умов Степу України без зрошення. Єдине виключення складало окремі елементи технології, які були обрані для детального вивчення.

РОЗДІЛ 3

ҐРУНТОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ІНДИКАТОР ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

3.1. Вплив біодеструкторів та досліджуваних елементів технології виросування соняшнику на ознаки родючості ґрунту

Підвищення врожайності соняшнику залежить від якості ґрунту. У цьому контексті важливу роль відіграють біодеструктори та антистресанти, які можуть впливати на родючість ґрунту.

Біодеструктори містять корисні мікроорганізми, які активізують процеси гуміфікації, покращують доступність поживних речовин для рослин, а також сприяють формуванню родючого шару ґрунту [94].

Антистресанти це речовини, які допомагають рослинам витримувати стресові умови, такі як посуха, високі температури або недостатнє живлення. Позакореневе підживлення антистресантами може значно підвищити стійкість соняшнику до негативних факторів навколишнього середовища [160]. Це, в свою чергу, позитивно впливає на загальний стан рослин і їх продуктивність.

Дослідження показують, що застосування біодеструкторів в поєднанні з позакореневим підживленням антистресантами може суттєво покращити показники родючості ґрунту. Зокрема, спостерігається збільшення вмісту гумусу, поліпшення фізичних і хімічних властивостей ґрунту. Це призводить до підвищення продуктивності соняшнику [42].

Дослідженнями встановлено, що застосування біодеструкторів збільшує запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см на 3–8% під час сівби, на 5–10% у фазі цвітіння та на 11–15% під час збирання врожаю. Це створює сприятливі умови для росту та розвитку соняшнику [75].

Обробка післяжнивних решток біодеструкторами сприяє швидшому розкладанню рослинних залишків, що збільшує вміст органічної речовини в

грунті. Це, в свою чергу, активує мікробіологічні процеси та підвищує родючість ґрунту.

Підживлення соняшнику впливає на вміст органічної речовини в ґрунті, що, у свою чергу, впливає на його родючість та продуктивність культури. Різні системи удобрення та обробітку ґрунту можуть змінювати гумусний стан і біологічні процеси в чорноземах типових. Зокрема, органо-мінеральна система удобрення сприяє підтримці стабільного вмісту гумусу та активізації мікробіологічної діяльності ґрунту [7, 153].

Дослідженнями встановлено, що внесення мінеральних добрив у поєднанні з позакореневим підживленням біопрепаратами, такими як Органік-баланс та Липосам, сприяє збільшенню врожайності насіння соняшнику та вмісту олії в ньому. Це свідчить про покращення загального стану рослин та, ймовірно, позитивний вплив на ґрунтові процеси [34].

Крім того, застосування біопрепаратів, таких як Філазоніт, призводить до покращення агрохімічних характеристик ґрунту, зокрема збільшення вмісту гумусу, що є показником підвищення в ньому органічної речовини [145].

Внесення мінеральних добрив збільшує вміст у ґрунті доступних для рослин елементів мінерального живлення, що змінює хімічний склад ґрунту та його фізичні властивості. Покращення мінерального живлення позитивно впливає на процес фотосинтезу, сприяє підвищенню продуктивності рослин та поліпшенню якості насіння [151].

Однак, інтенсивне використання мінеральних добрив може мати негативний вплив на родючість ґрунту. Зокрема, азотні добрива можуть призводити до дегуміфікації та деструктуризації ґрунту, погіршуючи його агрофізичні властивості. Тому важливо оптимізувати застосування добрив та поєднувати їх з органічними матеріалами для підтримки балансу органічної речовини в ґрунті [9].

Підвищення вмісту органічної речовини в ґрунті активує мікробіологічні процеси та підвищує його родючість. Використання сидератів та органічних

добрив може покращити ситуацію, зменшуючи потребу у вапнякових добривах та покращуючи загальний стан ґрунту [108].

Використання біодеструкторів та позакореневого підживлення антистресантами є перспективним напрямком у агрономії, що дозволяє підвищити родючість ґрунту та продуктивність соняшнику. Подальші дослідження в цій області можуть сприяти розробці нових елементів у технологіях вирощування олійних культур, що базуються на екологічних принципах.

pH водне при вирощуванні соняшнику є важливим показником, що характеризує кислотно-лужний баланс ґрунтового розчину. Він впливає на доступність поживних речовин, активність мікроорганізмів та загальний стан рослин [94, 138].

Оптимальний pH для соняшнику становить 6,0 - 7,5. При занадто низькому pH (кислий ґрунт, < 6,0) знижується доступність фосфору, кальцію, магнію, тоді як алюміній і марганець можуть досягати токсичних рівнів. При високому pH (лужний ґрунт, > 7,5) фосфор, залізо, марганець, бор і цинк стають менш доступними, що може спричинити дефіцитні стани у соняшнику.

Оптимальний рівень pH сприяє активному розвитку корисної мікрофлори, що бере участь у мінералізації органічних речовин та засвоєнні елементів живлення. Деструктори стерні, такі як Екостерн, можуть впливати на рівень pH, активізуючи процеси розкладання рослинних залишків та покращуючи структуру ґрунту.

У межах оптимального pH (6,0–7,5) коренева система соняшнику краще розвивається, активно засвоює поживні речовини та вологу. Відхилення від цього діапазону може сповільнювати ріст коренів і погіршувати стійкість рослин до посухи та інших стресових факторів. Перед сівбою pH ґрунтового розчину зазвичай відповідає природному стану ґрунту. Під час вегетації рослина виділяє кореневі екsudати, що можуть змінювати кислотність, а також впливає внесення добрив, деструкторів стерні та антистресантів. Наприкінці

вегетації рівень рН може незначно змінюватися внаслідок біологічних процесів у ґрунті та розкладання органічної речовини [42].

Отже, рН водне є важливим показником, що визначає ефективність живлення, ріст соняшнику та його стійкість до стресових факторів.

В наших дослідженнях (табл. 3.1) у контрольному варіанті (без препарату + N₅ + Граундфікс) показник рН залишався стабільним (7,2) протягом усього періоду. У варіантах з застосуванням біодеструкторів Екостерн Класік та Екостерн Лайт – перед сівбою рН становив 7,1, а після вегетації підвищувався до 7,2. Екостерн Бактеріальний – демонстрував незначне підвищення рН до 7,3 наприкінці вегетації. Підживлення антистресантом Стоп стрес – у більшості варіантів незначно підвищувало рН (на 0,1 одиниці) або залишало його незмінним.

Деструктори стерні суттєво не змінюють кислотність ґрунту, проте помітна тенденція до невеликого підвищення рН після завершення вегетації, особливо у варіантах з бактеріальним деструктором. Додавання препарату Стоп стрес може мати додатковий вплив на стабільність кислотно-лужного балансу ґрунту, особливо у поєднанні з бактеріальним деструктором. Загалом, результати свідчать про екологічну стабільність застосованих препаратів у системі живлення соняшнику.

Органічна речовина ґрунту є важливим компонентом агроєкосистем, що впливає на його родючість, водний і повітряний режими, а також мікробіологічну активність. Соняшник є культурою, що активно використовує поживні речовини, зокрема азот і калій. Водночас залишки соняшнику (стебла, листки, корені) після збирання врожаю можуть стати джерелом органічної речовини, якщо їх правильно заробити й залишити в ґрунті. Проте інтенсивне вирощування соняшнику без відповідних заходів збереження родючості може призвести до зниження вмісту гумусу та погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунту.

Контрольні варіанти без деструктора стерні (з додаванням лише добрив N₅ та Граундфіксу) забезпечили найнижчий вміст органічної речовини, як

перед сівбою (4,41–4,42%), так і по завершенні вегетації (4,47–4,48%) (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Вплив біодеструкторів та досліджуваних елементів технології
виращування соняшнику на ознаки родючості ґрунту (0-30 см)
(середнє за 2022-2024 рр.)**

Використання деструктора стерні та живлення (фактор А)	Строк відбору зразків					
	Перед сівбою			По завершенню вегетації		
	рН водне	Уміст органічної речовини, %	Гідролізований азот, мг/кг	рН водне	Уміст органічної речовини, %	Гідролізований азот, мг/кг
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс	7,2	4,41	77,4	7,2	4,47	75,6
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс	7,1	4,89	83,7	7,2	5,03	82,9
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс	7,1	4,82	83,4	7,2	5,02	82,6
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс	7,2	4,79	83,3	7,3	5,03	82,2
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	7,2	4,42	78,4	7,3	4,48	77,0
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	7,2	4,90	88,3	7,2	5,06	89,3
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	7,2	4,82	88,2	7,3	5,04	87,1
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	7,2	4,8	88,0	7,3	5,02	86,7

Варіанти з використанням деструкторів стерні призвели до підвищення рівня органічної речовини в ґрунті після завершення вегетації порівняно з

початковими показниками. Екостерн Класік сприяв найбільшому зростанню – від 4,89% до 5,03% без антистресанта і до 5,06% із проведенням позакореневого підживлення Стоп стрес. Екостерн Лайт також сприяв збільшенню органічної речовини – від 4,82% до 5,02% (без антистресанта) та до 5,04% (з антистресантом). Екостерн Бактеріальний забезпечив подібний ефект – вміст органічної речовини зріс до 5,03% без антистресанта та 5,02% з його використанням [26]. Внесення препарату в комплексі з деструкторами незначно збільшило вміст органічної речовини порівняно з відповідними варіантами без нього.

Найбільш виражене зростання спостерігалось у варіанті Екостерн Класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес (з 4,90% до 5,06%).

Отже, за даними наших досліджень, використання деструкторів стерні позитивно впливає на накопичення органічної речовини в ґрунті. Проведення позакореневого підживлення антистресантом Стоп стрес сприяє незначному покращенню результатів, що може свідчити про його позитивний вплив на мікробіологічні процеси в ґрунті. Найбільш ефективно стосовно підвищення вмісту органічної речовини визначено застосування біодеструкторів Екостерн Класік та Екостерн Лайт. Отримані результати свідчать про доцільність використання біологічних деструкторів стерні та антистресанту для збереження та підвищення родючості ґрунту при вирощуванні соняшнику.

Одним із основних факторів, що впливають на його продуктивність, є забезпечення оптимального азотного живлення. Серед сучасних джерел азоту особливу увагу привертає гідролізований азот, який є органічною формою поживної речовини з високою ефективністю засвоєння рослинами.

Гідролізований азот – це форма азоту, що утворюється внаслідок гідролізу білкових сполук (амінокислот, пептидів) під дією кислот, ферментів або термічної обробки. Він є частиною органічного азотного живлення, що містить біологічно активні сполуки, які легко засвоюються рослинами. Соняшник має високу потребу в азоті на всіх стадіях розвитку, особливо під час формування листкової маси та наливу насіння. Гідролізований азот не

тільки забезпечує рослини необхідними поживними речовинами, але й сприяє поліпшенню біологічної активності ґрунту [26, 184, 209, 251].

Перед сівбою вміст гідролізованого азоту в ґрунті контрольного варіанту складав 77,4 мг/кг, а після завершення вегетації – 75,6 мг/кг, що свідчить про незначне зменшення вмісту азоту в ґрунті. Проведення підживлення антистресантом Стоп стрес у контрольному варіанті призвело до більшого збереження азоту (77,0 мг/кг наприкінці вегетації).

У варіантах з використанням деструкторів стерні визначено певне зростання вмісту гідролізованого азоту перед сівбою (у межах 83,3–83,7 мг/кг). Після завершення вегетації спостерігали незначне зниження вмісту азоту порівняно з контролем (82,2–82,9 мг/кг).

Проведення позакореневого підживлення Стоп стрес значно підвищило вміст гідролізованого азоту перед сівбою (88,0–88,3 мг/кг) та сприяло найменшим втратам азоту упродовж вегетації.

Найвищий вміст його після завершення вегетації визначили у варіанті Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес (89,3 мг/кг).

Використання деструкторів стерні сприяє накопиченню та збереженню гідролізованого азоту у ґрунті. Поєднання підживлення Стоп стрес із деструкторами стерні призводило до мінімальних втрат азоту протягом вегетації, що позитивно впливає на живлення соняшнику.

Отже, результати досліджень свідчать про позитивний вплив біодеструкторів стерні на збагачення ґрунту органічною речовиною та посилення мікробіологічних процесів, що, своєю чергою, забезпечує вищий вміст гідролізованого азоту в ґрунті. Додавання антистресанта Стоп стрес ще більше підсилює ці закономірності, що підтверджує доцільність його використання у поєднанні з деструкторами і мікробними препаратами для поліпшення родючості ґрунту.

3.2. Вплив досліджуваних факторів технології на вміст рухомих елементів живлення в ґрунті за вирощування соняшнику

Після збирання врожаю пшениці в ґрунт повертається значна кількість органічної речовини у вигляді соломи та інших післяжнивних залишків. Вони є важливим джерелом макро- та мікроелементів, що забезпечують живлення рослин для наступних сільськогосподарських культур. Вивчення їх впливу на родючість ґрунту та врожайність соняшнику є актуальним завданням аграрної науки.

Основні елементи живлення, що повертаються в ґрунт із соломою пшениці:

Азот (N): Азот є основним елементом для росту та розвитку соняшнику, впливаючи на синтез білків та хлорофілу. Недостатність азоту може призвести до зниження врожайності та якості насіння. Однак надмірне внесення азотних добрив може негативно впливати на вміст органічної речовини в ґрунті та його структуру. Тому важливо дотримуватися оптимальних норм внесення азоту, враховуючи потреби рослин та вміст цього елементу в ґрунті.

Фосфор (P): Фосфорні добрива сприяють розвитку кореневої системи та репродуктивних органів соняшнику. Достатнє фосфорне живлення підвищує врожайність та вміст жиру в насінні. Крім того, фосфор покращує використання вологи рослинами, що є важливим фактором у посушливих умовах. Надмірне застосування фосфорних добрив може призвести до дисбалансу елементів живлення та негативно вплинути на засвоєння інших мікроелементів [162].

Калій (K): Калій впливає на водний баланс рослин, посилює стійкість до хвороб, перепадів температур та позначається на формуванні насіння. Винос калію з ґрунту за вирощування соняшнику може бути значним, тому важливо забезпечити його достатнє поповнення шляхом застосування органічних і мінеральних добрив. У соломі найбільше міститься калію до 1,7%. Дослідженнями визначено, що винос калію та фосфору з ґрунту впливає

на коригування норм їх внесення, а також на рН ґрунту та потребу у вапнуванні [8].

Магній (Mg) та Сірка (S): Магній є центральним атомом у молекулі хлорофілу та бере участь у фотосинтезі, тоді як сірка необхідна для синтезу амінокислот та білків. Недостатність цих елементів може обмежувати ріст та розвиток соняшнику. Рекомендовано вносити 20 кг MgO та 30 кг S на кожну тонну очікуваного врожаю для забезпечення оптимального живлення рослин [144].

Розкладання соломи є складним біологічним процесом, що включає мінералізацію органічної речовини. Мікроорганізми в ґрунті сприяють поступовому вивільненню поживних речовин. Швидкість розкладання залежить від вмісту лігніну та співвідношення вуглецю до азоту (C:N). Високий показник C:N (50–100:1) уповільнює процеси мінералізації, що може тимчасово спричинити дефіцит азоту в ґрунті [203].

Розкладання соломи пшениці забезпечує поступове вивільнення цих елементів, що стають доступними для наступних культур. Однак варто врахувати, що процес мінералізації органічних залишків може тимчасово знижувати вміст доступного азоту в ґрунті, оскільки мікроорганізми використовують його для розкладання целюлози. Тому рекомендується додаткове внесення азотних добрив для компенсації цього дефіциту.

Крім того, залишки пшениці впливають на фізичні властивості ґрунту, покращуючи його структуру, водоутримуючу здатність та аерацію. Це створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи рослин та підвищує ефективність використання поживних речовин [168, 213].

Використання біодеструкторів для обробки післяжнивних решток позитивно впливає на вміст елементів живлення в ґрунті при вирощуванні соняшнику. Дослідженнями встановлено, що застосування біодеструкторів у поєднанні з азотними добривами сприяє нейтралізації реакції ґрунтового середовища та підвищенню вмісту рухомих елементів живлення в ґрунті. Це

забезпечує оптимізацію поживного режиму та збільшення врожайності сільськогосподарських культур [139].

Розкладання органічних залишків під впливом біодеструкторів забезпечує поступове вивільнення макро- та мікроелементів, таких як азот, фосфор, калій та інші, переводячи їх у доступні форми для рослин. Це сприяє збалансованому живленню соняшнику та підвищенню його врожайності.

Рекомендується обробляти післяжнивні рештки одразу після збирання врожаю, рівномірно розподіляючи препарат по поверхні ґрунту та забезпечуючи його загортання на глибину 5–10 см.

Оскільки процес розкладання органічних залишків може тимчасово знижувати вміст доступного азоту в ґрунті, доцільно проводити додаткове азотне підживлення для компенсації можливого дефіциту.

Застосування біодеструкторів у технології вирощування соняшнику є ефективним заходом для підвищення родючості ґрунту, покращення його структури та забезпечення рослин необхідними елементами живлення, що в підсумку сприяє отриманню високих та стабільних урожаїв [109].

Мінеральний азот є одним із головних елементів живлення рослин, що безпосередньо впливає на їхній ріст, розвиток та врожайність. Соняшник як культура з високою потребою в азоті активно споживає цей елемент із ґрунту, тому підтримання оптимального рівня мінерального азоту має вирішальне значення для отримання стабільних і високих урожаїв.

У ґрунті мінеральний азот представлений двома основними формами:

- Нітратна форма (NO_3^-) – легкодоступна для рослин, швидко засвоюється кореневою системою, але легко вимивається з орного шару.
- Амонійна форма (NH_4^+) – менш рухлива, довше затримується в ґрунті, поступово перетворюючись на нітрати в процесі нітрифікації.

Баланс між цими формами залежить від типу ґрунту, вологості, температури та його мікробіологічної активності.

Соняшник має високу потребу в азоті, особливо у фазах активного росту, формування кошика та наливу насіння. Його вміст у ґрунті змінюється залежно

від агротехнічних заходів, умов середовища та удобрення. Раціональне управління азотним живленням дозволяє забезпечити стабільний ріст рослин, підвищити врожайність і покращити якість насіння.

Перед сівбою вміст нітратного азоту контролі становив 9,73 мг/кг, після збирання – 8,67 мг/кг. Спостерігали природне зменшення рівня нітратного азоту після завершення вегетації.

У всіх варіантах із застосуванням деструкторів стерні спостерігали незначне збільшення вмісту нітратного азоту перед сівбою (10,11–10,14 мг/кг) порівняно з контролем (табл. 3.2). Після збирання врожаю рівень NO_3^- знижується, але залишається вищим, ніж у ґрунті контрольного варіанту (9,20–9,26 мг/кг), що свідчить про поступове вивільнення мінерального азоту в процесі розкладу соломи та стерні.

У ґрунті варіантів з проведенням позакореневого підживлення препаратом Стоп стрес перед сівбою вміст NO_3^- коливався в межах 9,75–10,15 мг/кг, або майже не відрізнявся від аналогічних варіантів без цього заходу. Після збирання врожаю визначено дещо нижчий вміст нітратного азоту (8,60–8,86 мг/кг) порівняно з відповідними варіантами без Стоп стрес. Це може свідчити про більш активне засвоєння нітратного азоту рослинами та певне зниження його кількості в ґрунті.

Використання деструкторів стерні (Екостерн класік, лайт, бактеріальний) сприяє збільшенню вмісту мінерального азоту в ґрунті перед сівбою та його кращому збереженню після збирання врожаю у порівнянні з контролем.

Проведення підживлення Стоп стрес призводить до більш інтенсивного використання нітратного азоту рослинами, що проявляється у зменшенні його залишкової кількості після завершення вегетації.

Найвищі показники вмісту нітратного азоту після збирання визначені у варіанті Екостерн класік + N_5 + Граундфікс (9,26 мг/кг), що свідчить про його ефективність у азотному живленні.

Таблиця 3.2

**Вплив досліджуваних факторів технології на вміст рухомих
елементів живлення в 0-30 см шарі ґрунту
(середнє за 2022-2024 рр.), мг/кг**

Використання деструктора стерні та живлення (фактор А)	Перед сівбою					Після збирання				
	Мінеральний азот			P ₂ O ₅	K ₂ O	Мінеральний азот			P ₂ O ₅	K ₂ O
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Заг. кільк.			NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Заг. кільк.		
1. Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс	9,73	4,43	14,16	157,3	340,5	8,67	3,10	11,8	155,1	320,1
2. Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс	10,12	5,24	15,36	161,2	347,0	9,26	3,23	12,5	157,5	322,4
3. Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс	10,14	5,10	15,24	160,4	346,8	9,20	3,15	12,4	151,1	320,9
4. Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс	10,11	5,07	15,18	159,7	346,8	9,20	3,10	12,3	156,8	321,0
5. Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	9,75	4,45	14,20	158,1	342,7	8,60	3,12	11,7	154,3	316,5
6. Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	10,15	5,21	15,36	160,8	345,8	8,84	3,16	12,0	156,4	315,8
7. Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	10,10	2,12	15,22	159,7	345,6	8,86	3,12	12,0	155,8	316,0
8. Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	10,10	5,10	15,20	157,9	344,7	8,78	3,12	11,9	154,9	315,9

Перед сівбою вміст амонійного азоту в ґрунті контрольного варіанту становив 4,43 мг/кг, після збирання – 3,10 мг/кг. Встановлено певне зниження вмісту NH₄⁺ в кінці вегетації, що є очікуваним, оскільки азот використовується рослинами або трансформується у нітратну форму.

Перед сівбою у варіантах з використанням біодеструкторів стерні вміст NH_4^+ в ґрунті був вищим, ніж у контролі (5,07–5,24 мг/кг), що засвідчує ефективність деструкторів у процесі мінералізації органічних залишків. Після збирання врожаю вміст амонійного азоту залишався відносно стабільним (3,10–3,23 мг/кг), що свідчить про поступове використання цього елементу рослинами.

У варіантах з проведенням позакореневого підживлення Стоп стрес перед сівбою вміст NH_4^+ в ґрунті залишався на рівні 4,45–5,21 мг/кг, що узгоджується з відповідними варіантами без Стоп стресу. Винятком є варіант Екостерн лайт + N_5 + Граундфікс + Стоп стрес, де перед сівбою містилося 2,12 мг/кг, що значно нижче від інших варіантів. Це може бути пов'язано з особливостями процесів трансформації азоту у ґрунті.

Після збирання врожаю вміст у ґрунті NH_4^+ у всіх варіантах дослідів із проведенням позакореневого підживлення Стоп стресом стабілізувався на рівні 3,12–3,16 мг/кг, що свідчить про його поступове засвоєння рослинами соняшнику.

Використання деструкторів стерні (Екостерн класік, лайт, бактеріальний) сприяє підвищенню вмісту амонійного азоту перед сівбою, що покращує початкове живлення рослин. Деструктор Екостерн класік забезпечив найвищий вміст NH_4^+ перед сівбою (5,24 мг/кг), що характеризує його ефективність у розкладі органічної речовини. Підживлення Стоп стресом суттєво не впливає на вміст амонійного азоту після завершення вегетації. Проте у випадку застосування Екостерн лайт визначено значне зниження вмісту NH_4^+ перед сівбою, що потребує додаткових досліджень. Після збирання врожаю вміст амонійного азоту у ґрунті знижується незалежно від варіанту передпосівної обробки насіння, проте залишається вищим за використання деструкторів стерні, що свідчить про їх позитивний вплив на процеси мінералізації органічної речовини.

Застосування деструкторів стерні в поєднанні з позакореневим підживленням може створити синергетичний ефект, що позитивно вплине на

вміст P_2O_5 у ґрунті. Дослідженнями встановлено, що обробка соломи і стерні біодеструкторами сприяє кращій доступності фосфору для рослин завдяки поліпшенню фізичних і хімічних властивостей ґрунту. Крім того, позакореневе підживлення може частково компенсувати нестачу рухомого фосфору в ґрунті, забезпечуючи рослини необхідними елементами в критичні періоди їхнього розвитку.

Нашими дослідженнями встановлено, що використання деструкторів стерні у поєднанні з добривами позитивно впливає на вміст рухомого фосфору в ґрунті. Найменше його містилося у ґрунті варіанту без застосування препаратів, а найбільше – у варіантах з використанням Екостерн лайт.

Калій є одним із трьох основних макроелементів, необхідних для росту рослин, поряд з азотом і фосфором. Він сприяє регуляції водного балансу, активує ферменти, відповідає за синтез білків і вуглеводів, а також підвищує стійкість рослин до стресів [207]. Недостатнє забезпечення рослин калієм може призвести до зниження рівня врожайності та якості насіння.

Дослідженнями визначено, що комбінований вплив деструктора стерні та позакореневого підживлення може суттєво змінити вміст рухомих форм калію в ґрунті. Наприклад, дослідженнями [40] встановлено, що використання деструктора стерні у поєднанні з позакореневим підживленням калієм призводить до збільшення вмісту рухомого K_2O в порівнянні з контрольними варіантами.

У ґрунті контролю визначено значно нижчий вміст рухомого калію, як перед сівбою, так і після збирання врожаю соняшнику. Внесення біодеструкторів стерні Екостерн значно підвищувало вміст K_2O у ґрунті порівняно з контролем. Проведення позакореневого підживлення комплексом Стоп стрес дещо знизило вміст K_2O після збирання врожаю у більшості варіантів, що може свідчити про підвищену мобілізацію калію впродовж вегетації культури.

Загалом, застосування біологічних деструкторів стерні та підживлення сприяє підвищенню вмісту рухомого калію в ґрунті при вирощуванні соняшнику.

3.3. Вплив біодеструкторів на інтенсивність розкладання рослинних решток

Важливим напрямом сучасного рослинництва є збереження та підвищення родючості ґрунту шляхом ефективної утилізації післяжнивних решток зернових культур [219]. Зокрема, у випадку пшениці озимої накопичення стерні у ґрунті може впливати на його фізико-хімічні властивості та біологічну активність мікроорганізмів. Для оптимізації процесу розкладання залишків розробляються та застосовуються різні мікробіологічні препарати, що базуються на штамах бактерій та грибів, здатних прискорювати мінералізацію органічної речовини [201].

Біодеструктори зазвичай містять спеціальні мікроорганізми (різні види *Bacillus*, *Trichoderma* тощо), ферменти (целюлази, ксиланази) та допоміжні речовини, що сприяють швидкому розкладанню лігноцелюлозного комплексу [263]. Застосування таких препаратів безпосередньо на полі - за допомогою обприскування решток чи внесення у ґрунт - може підвищувати мікробну активність і, відповідно, прискорювати розклад рослинного матеріалу. Як наслідок, зменшується кількість патогенних мікроорганізмів, що можуть заражати наступні культури [217].

Соняшник є культурою з досить розвиненою кореневою системою, і він чутливий до стану ґрунту та наявності залишків попередника. За даними низки досліджень, які вивчали вплив решток пшениці озимої на продуктивність соняшнику, застосування біодеструкторів не лише пришвидшує розклад стерні, а й може покращувати родючість ґрунту [200]. Швидке розкладання органічної маси сприяє кращому доступу соняшнику до елементів живлення, що у підсумку впливає на формування врожаю.

Сучасний ринок пропонує широкий спектр комерційних біопрепаратів (так звані “біодеструктори”), які відрізняються складом та механізмами дії. Деякі дослідження свідчать, що об’єднання бактеріальних культур із ферментними домішками або з грибовими компонентами (наприклад, із комплексом *Trichoderma spp.*) може підвищувати відсоток розкладання решток порівняно з монокультурними препаратами [238]. У більшості випадків достовірні відмінності між засобами виявляються саме у польових умовах із різними ґрунтово-кліматичними характеристиками, що зумовлює необхідність регіональних досліджень.

Таким чином, літературні дані вказують на те, що застосування біодеструкторів біологічного походження (бактеріального або грибового) сприяє посиленню мінералізації решток пшениці озимої, зменшує ризик розвитку патогенів і позитивно впливає на продуктивність соняшнику. Подальші дослідження мають бути спрямовані на наступне:

- Визначення оптимальної дози та строків внесення біодеструкторів залежно від типу ґрунту та погодних умов.
- Використання комбінацій різних штамів мікроорганізмів (мікробні консорціуми) для підсилення синергетичної дії на рослинні рештки.
- Оцінювання впливу біодеструкторів на фізичні (агрегатний склад) і біохімічні (вміст і баланс основних елементів живлення) властивості ґрунту протягом триваліших періодів.

Узагальнюючи наведене, сучасна наукова література підтверджує ефективність застосування біодеструкторів для прискорення розкладання стерні пшениці озимої, що позитивно позначається на елементах технології вирощування соняшнику та сприяє стійкості агроєкосистем.

У ґрунті контрольного варіанту (без деструктора) визначено найнижчі значення розкладу органічної речовини (53,2% у середньому за три роки), тоді як застосування біопрепаратів сприяло помітно вищому відсотку її розкладу: від 58,6% (Екостерн лайт) до 66,8% (Екостерн бактеріальний) (табл.3.3). Екостерн класичний із показником 64,5% також суттєво перевищував

контроль. Порівняння з НР₀₅ (4,8–6,1% залежно від року) вказує на статистично достовірні відмінності між біодеструкторами та контролем, а також підтверджує кращу здатність Екостерн бактеріального прискорювати розкладання рослинних решток [188].

Таблиця 3.3

Інтенсивність розкладання рослинних решток пшениці озимої залежно від застосування біодеструкторів у посіві соняшнику на початку утворення кошиків, %

Варіант	Роки досліджень			Середнє за 2022-2024 рр.
	2022	2023	2024	
Контроль	54,8	57,7	47,2	53,2
Екостерн класичний	68,3	70,1	55,2	64,5
Екостерн лайт	58,2	63,7	54,0	58,6
Екостерн бактеріальний	70,3	74,4	55,8	66,8
НР ₀₅	4,8	5,3	6,1	

Застосування біодеструкторів призводило до підвищення інтенсивності розкладання рослинних решток у порівнянні з контрольним варіантом (рис. 3.1).

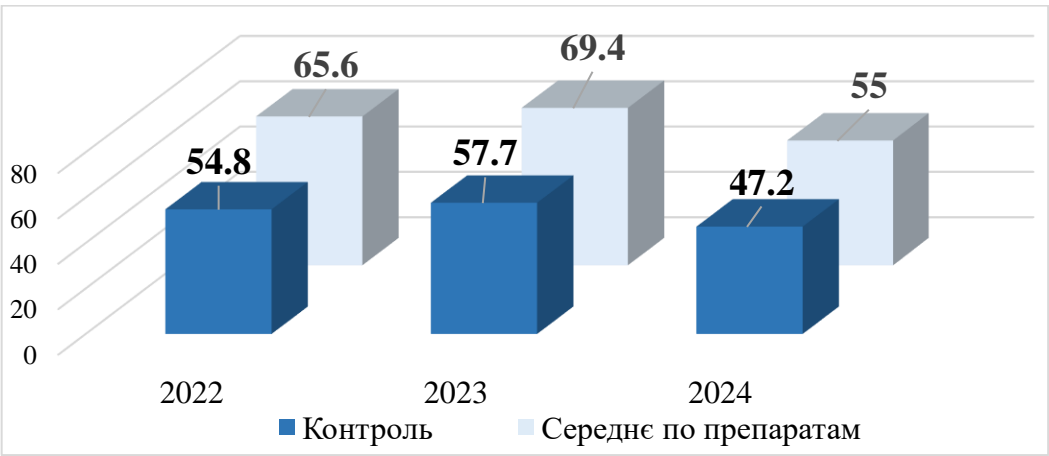


Рис. 3.1. Інтенсивність розкладання рослинних решток у порівнянні з контрольним варіантом

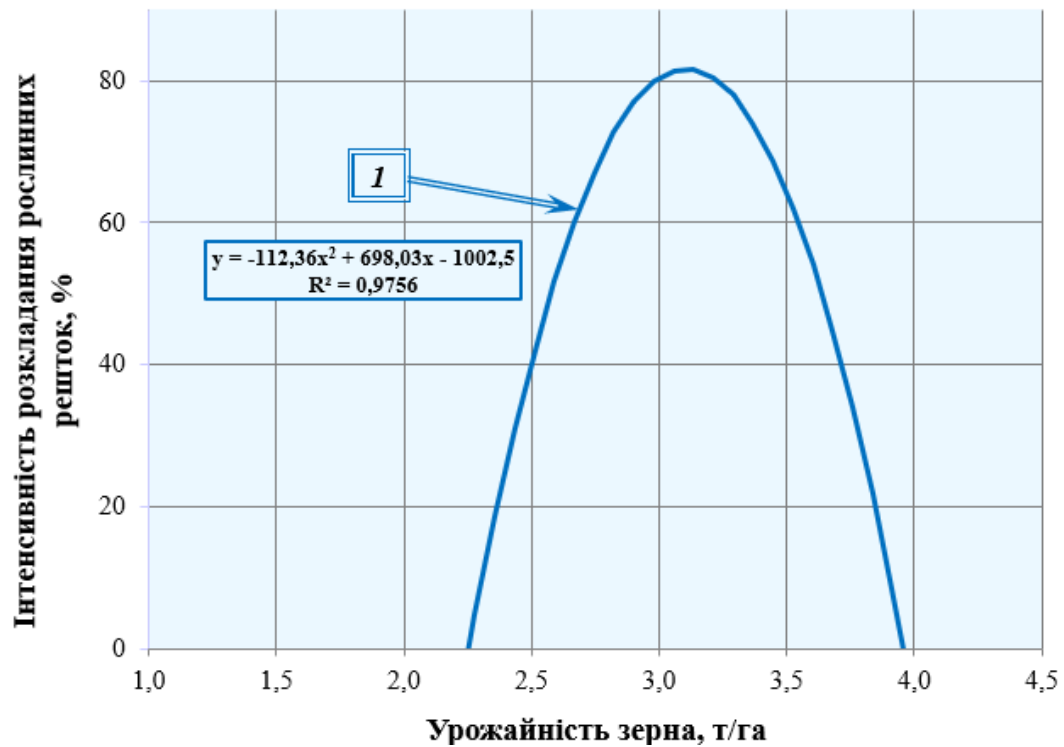


Рис. 3.2. Кореляційно-регресійна модель між інтенсивністю розкладання рослинних решток пшениці озимої залежно від застосування біодеструкторів у посіві соняшнику на початку утворення кошиків та урожайністю насіння

Ми побудували кореляційно-регресійну модель між інтенсивністю розкладання рослинних решток пшениці озимої залежно від застосування біодеструкторів у посіві соняшнику на початку утворення кошиків та врожайністю насіння (рис. 3.2). Коефіцієнт детермінації у наших дослідженнях ми аналізували за шкалою Чеддока, він свідчить про дуже тісний зв'язок.

3.4. Ґрунтова мікробіота

Ґрунт є складною екосистемою, в якій мікроорганізми виконують головну роль у процесах трансформації органічних речовин, мінералізації та формуванні родючості ґрунту. Одним із важливих факторів, що впливають на склад ґрунтової мікробіоти, є використання деструкторів стерні. Ці препарати сприяють прискореному розкладу рослинних залишків та активізації корисної мікрофлори, що покращує агрохімічні властивості ґрунту.

Деструктори стерні містять специфічні мікроорганізми та ферменти, що призводять до ефективного розкладу целюлози, лігніну та інших органічних сполук. Використання таких препаратів забезпечує зміни у структурі мікробіоценозу, а саме:

1. **Збільшення чисельності целюлозоруйнівних бактерій та грибів**
 - Родини *Bacillaceae* (*Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*);
 - Гриби роду *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*.
2. **Збільшення загальної мікробної чисельності**
 - Деструктори стерні стимулюють ріст сапрофітних бактерій та грибів, які беруть участь у розкладанні органічних речовин.
3. **Зміна співвідношення мікробних угруповань**
 - Відзначається зменшення чисельності умовно-патогенних грибів (*Fusarium*, *Alternaria*), оскільки активізація антагоністичних мікроорганізмів пригнічує їх розвиток.
4. **Збільшення кількості азотфіксуючих бактерій**
 - Представники родів *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* сприяють покращенню азотного балансу ґрунту.

Застосування деструкторів стерні позитивно впливає на кількісний склад ґрунтової мікробіоти, сприяючи зростанню чисельності корисних мікроорганізмів та покращенню агрохімічних властивостей ґрунту. Оптимальний вибір деструктора та розробка доцільних умов його використання дозволяють значно підвищити ефективність розкладу соломи і стерні та поліпшити стан агроєкосистем.

За результатами проведеного фітопатологічного аналізу зразків ґрунту загальна кількість грибів коливалась в межах від 63,2 до 107,4 тис. КУО/г ґрунту (табл. 3.4).

У ґрунті застосування Екостерн класичний та Екостерн бактеріальний патогенних видів грибів не виявлено. Частка фітопатогенів в інших зразках ґрунту знаходилась в межах від 4,5% до 17,6%, від загальної кількості

виділених видів. Вони були представлені 2-ма видами *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans. та *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg.

Таблиця 3.4

**Кількісний склад ґрунтової мікробіоти залежно від деструктора
(середнє за 2022-2024 рр.) [24]**

Варіант	Всього, тис. КУО/г ґрунту	Патогенні види		Сапротрофні види		Гриби- антогоністи		Токсинуутв орюючі види грибів	
		тис.КУО/ г ґрунту	%	тис.КУО/ г ґрунту	%	тис.КУО/ г ґрунту	%	тис.КУО/ г ґрунту	%
Контроль	87,7	15,4	17,6	72,3	82,4	20,6	23,5	67,1	76,5
Екостерн класичний	63,2	0,0	0,0	63,2	100,0	14,6	23,1	43,9	69,5
Екостерн лайт	107,4	4,8	4,5	102,6	95,5	24,4	22,7	83,0	77,3
Екостерн бактеріальний	81,5	0,0	0,0	81,5	100,0	30,6	37,5	56,1	68,8

Серед сапротрофних грибів відмічено види із роду *Penicillium* (*Penicillium simplicissimum* (Oudem.) Thom, *P. solitum* Westling, *P. funiculosum* Thom., *P. roseopurpureum* G. Smith, *P. viridicatum* Westling., *P. variable* Sopp., *P. brevicompactum* Dierckx, *P. canescens* Sopp); із роду *Mucor* (*Mucor mucedo* L.); із роду *Rhizopus* (*Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg: Fries) Vuill.); із роду *Absidia* (*Absidia glauca* Hagem., *A. butleri* Lendn.); із роду *Gliocladium* (*Gliocladium catenulatum* J.C. Gilman & E.V. Abbott); із роду *Aspergillus* (*Aspergillus fumigatus* Fres, *A. sulphureus* (Fres.) Thomet Church); із роду *Trichoderma* (*Trichoderma viride* Pers., *T. koningii* Oudemans, *T. harzianum* Rifai) (табл. 3.5).

Із потенційних токсинуотворюючих видів у досліджуваних зразках ґрунту ідентифіковано *Penicillium variable*, *P. solitum*, *P. funiculosum*, *P. roseopurpureum*, *P. viridicatum*, *P. brevicompactum*, *P. canescens*, *Aspergillus fumigatus*, *Trichoderma harzianum*, *T. koningii*, *Fusarium oxysporum*, *F. verticillioides*.

Таблиця 3.5

**Родове співвідношення сапротрофної мікобіоти, ПАФ «СХІД»
(середнє за 2022-2024 рр.)**

Варіант	Всього тис. КУО/г ґрунту	у т.ч. сапротрофних грибів		із родів, %						
		тис. КУО/г ґрунту	%	<i>Penicillium</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Gliocladium</i>	<i>Absidia</i>	<i>Mucor</i>
Контроль	87,7	72,3	82,4	11,8	5,9	23,5	5,9	11,8	11,8	11,8
Екостерн класичний	63,2	63,2	100	53,8	0,0	23,1	7,7	7,7	7,7	0,0
Екостерн лайт	107,4	102,6	95,5	41,0	0,0	22,7	18,2	0,0	9,1	4,5
Екостерн бактеріальний	81,5	81,5	100,0	18,8	0,0	37,5	18,8	0,0	25,0	0,0

Частка потенційних токсиноутворюючих видів грибів у досліджуваних зразках ґрунту коливалась в межах від 68,8% до 87,1%, від загальної кількості виділених видів.

Ми побудували кореляційно-регресійну модель між кількісним складом ґрунтової мікробіоти та урожайністю насіння соняшнику залежно від внесеного деструктора стерні (рис. 3.3). Коефіцієнт детермінації за шкалою Чеддока свідчить про сильний та дуже сильний зв'язок.

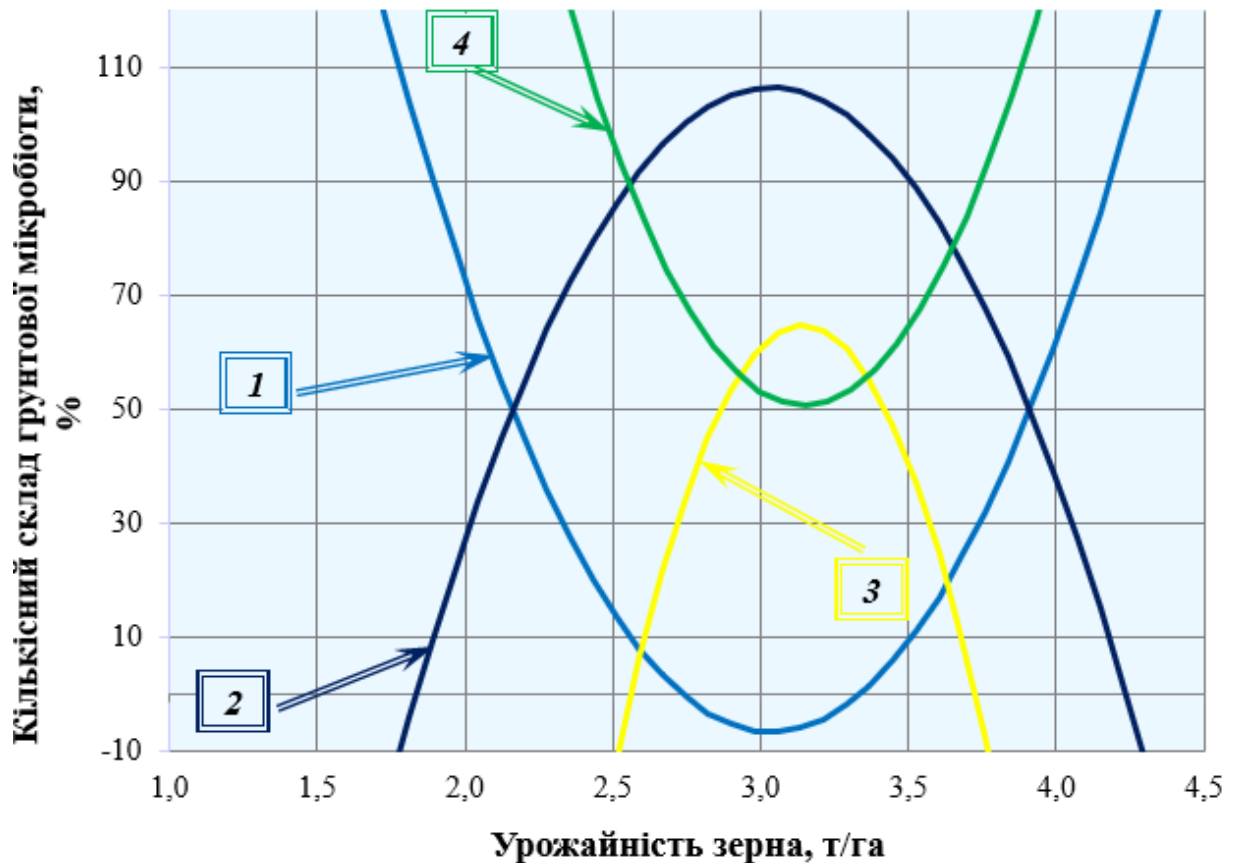


Рис. 3.3. Кореляційно-регресійна модель між кількісним складом ґрунтової мікробіоти та урожайністю насіння соняшнику залежно від деструктора стерні

(середнє за 2022-2024 рр.) [24]

1. Патогенні види: $y = 73,947x^2 - 448,98x + 674,73$; $R^2 = 0,9823$
2. Сапротрофні види: $y = -73,947x^2 + 448,98x - 574,73$; $R^2 = 0,9823$
3. Гриби-антогоністи: $y = -190,87x^2 + 1200x - 1821,2$; $R^2 = 0,8165$
4. Токсинуотворюючі види грибів: $y = 108,47x^2 - 679,54x + 1116$; $R^2 = 0,8413$

Сапротрофна мікобіота відіграє важливу роль у формуванні родючості ґрунту, розкладі органічної речовини та регулюванні мікробіологічного стану агроценозів. При вирощуванні соняшнику склад і співвідношення сапротрофних грибів можуть змінюватися залежно від агротехнічних заходів, кліматичних умов та інших факторів. Дослідження родового складу сапротрофної мікобіоти дозволяє оцінити її функціональну активність та екологічний стан ґрунту.

При вирощуванні соняшнику найбільш поширеними родами сапротрофних грибів є:

1. *Penicillium* – активні деструктори органічних сполук, що сприяють мінералізації органічної речовини та покращенню структури ґрунту.
2. *Aspergillus* – представники цього роду здатні до швидкого розкладу целюлози та лігніну, однак деякі види можуть бути потенційно фітопатогенними.
3. *Trichoderma* – відомі своєю антагоністичною активністю до патогенних мікроорганізмів, що сприяє захисту кореневої системи соняшнику.
4. *Alternaria* – бере участь у розкладі рослинних решток та відіграє важливу роль у біологічному циклі поживних речовин.
5. *Cladosporium* – активні учасники процесів гуміфікації, допомагають у розкладі органічних сполук.
6. *Mucor* та *Rhizopus* – представники зигомікотових грибів, які сприяють розкладу органічної речовини в анаеробних умовах.

Родове співвідношення сапротрофної мікробіоти є динамічним показником, що залежить від багатьох факторів. Для забезпечення оптимального функціонування ґрунтової мікробіоти при вирощуванні соняшнику важливо застосовувати екологічно обґрунтовані методи обробітку ґрунту, використовувати біологічні препарати та дотримуватись сівозміни. Подальші дослідження в цій сфері сприятимуть розробці ефективних стратегій управління ґрунтовими мікробіоценозами.

У ґрунті із використанням біодеструкторів Екостерн класік та Екостерн бактеріальний патогенних видів грибів не виявлено. Частка фітопатогенів в інших зразках ґрунту знаходилась в межах від 4,5% до 17,6%, від загальної кількості виділених видів.

Патогенні гриби були представлені збудниками фузаріозної кореневої гнилі та фузаріозного в'янення *Fusarium oxysporum*, *F. verticillioides*.

У всіх зразках ґрунту частка грибів роду *Trichoderma* була в межах від 22,6% до 23,5%. Вища частка грибів роду *Trichoderma* була в зразку ґрунту екостерн бактеріальний 37,5%.

Ми побудували кореляційно-регресійну модель між родовим співвідношенням сапротрофної мікобіоти та урожайністю насіння соняшнику залежно від деструктора стерні (рис. 3.4).

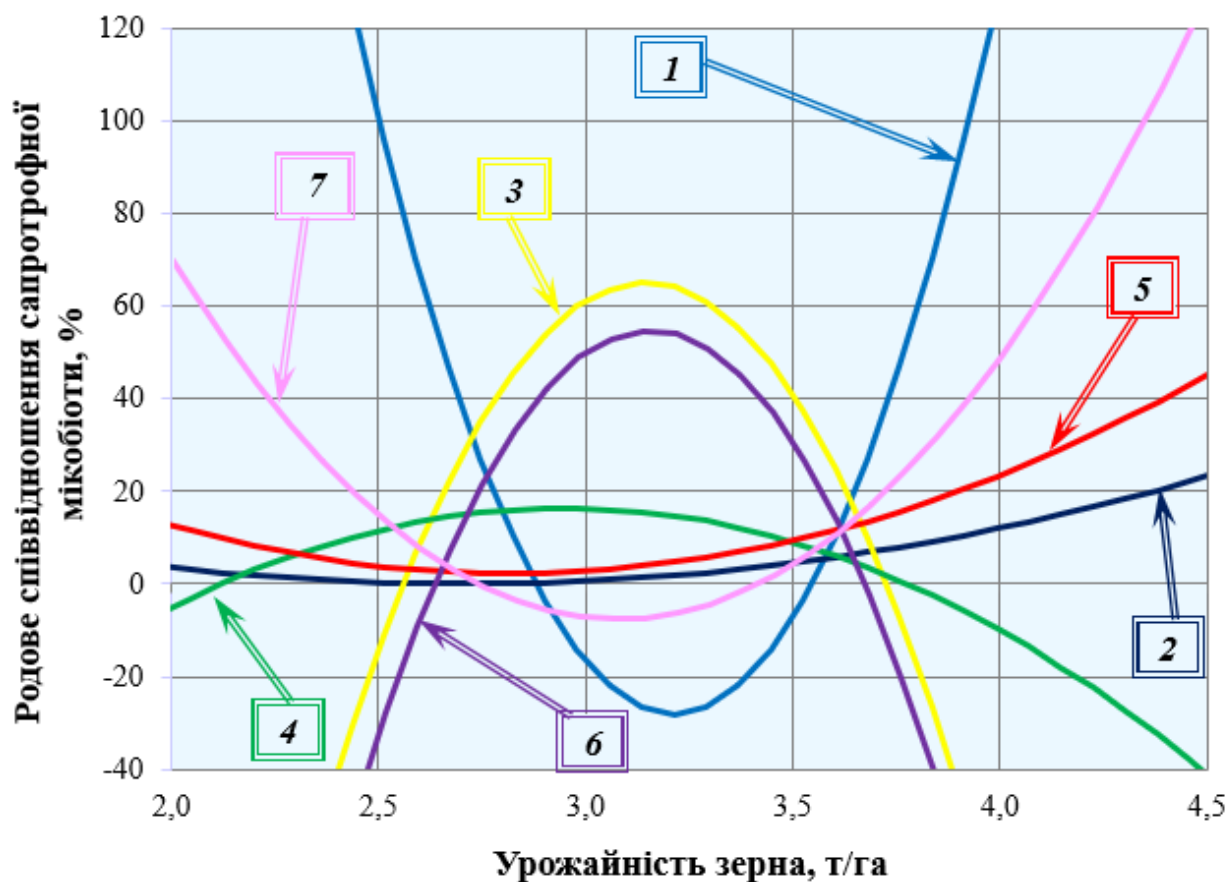


Рис. 3.4. Кореляційно-регресійна модель між родовим співвідношенням сапротрофної мікобіоти та урожайністю насіння соняшнику залежно від деструктора стерні

1. *Penicillium* : $y = 253,32x^2 - 1627,7x + 2586,5$; $R^2 = 0,6861$
2. *Rhizopus*: $y = 7,2229x^2 - 39,083x + 52,858$; $R^2 = 1$
3. *Trichoderma*: $y = -190,87x^2 + 1200x - 1821,2$; $R^2 = 0,8165$
4. *Aspergillus*: $y = -23,85x^2 + 140,64x - 190,97$; $R^2 = 0,4397$
5. *Gliocladium*: $y = 15,189x^2 - 85,703x + 123,24$; $R^2 = 0,6162$
6. *Absidia*: $y = -202,98x^2 + 1278,8x - 1959,5$; $R^2 = 0,7219$
7. *Mucor*: $y = 66,846x^2 - 410,56x + 622,77$; $R^2 = 0,96$

Висновки до розділу 3:

1. Використання біодеструкторів стерні позитивно впливає на підвищення вмісту органічної речовини в ґрунті. Більш ефективними визначено біодеструктори Екостерн Класік та Екостерн Лайт. Проведення позакореневого підживлення антистресантом Стоп стрес покращує зазначені

результати, активуючи мікробіологічні процеси. Окрім цього, застосування деструкторів сприяє збереженню гідролізованого азоту в ґрунті, а підживлення антистресантом додатково зменшує його втрати протягом вегетації. Найкращими показниками визначено у варіанті із застосуванням Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес.

2. Використання деструкторів стерні сприяє збільшенню вмісту нітратного та амонійного азоту перед сівбою та їх більш високій кількості після збирання врожаю. Найвищий вміст нітратного азоту після збирання визначено у ґрунті варіанту Екостерн класік + N₅ + Граундфікс. Позакореневе підживлення Стоп стрес сприяє активнішому засвоєнню нітратного азоту рослинами, що проявляється у його нижчому залишковому вмісті в ґрунті після завершення вегетації. Деструктори стерні також позитивно впливають на вміст рухомих форм фосфору та калію в ґрунті, покращуючи їх доступність для рослин. Комбіноване застосування деструкторів та позакореневого підживлення забезпечує ефективніше використання елементів живлення соняшником та сприяє підвищенню родючості ґрунту.

3. У ґрунті контрольного варіанту (без деструктора) визначено найнижчі значення розкладу органічної речовини (53,2% у середньому за три роки), тоді як застосування біопрепаратів сприяло помітно вищому відсотку її розкладу: від 58,6% (Екостерн лайт) до 66,8% (Екостерн бактеріальний). Екостерн класичний із показником 64,5% також суттєво перевищував контроль. Порівняння з НІР₀₅ (4,8–6,1% залежно від року) вказує на статистично достовірні відмінності між біодеструкторами та контролем, а також підтверджує кращу здатність Екостерн бактеріального прискорювати розкладання рослинних решток. Застосування біодеструкторів призводило до підвищення інтенсивності розкладання рослинних решток у порівнянні з контрольним варіантом. Ми побудували кореляційно-регресійну модель між інтенсивністю розкладання рослинних решток пшениці озимої залежно від застосування біодеструкторів у посіві соняшнику на початку утворення кошиків та врожайністю насіння. Коефіцієнт детермінації у наших

дослідженнях ми аналізували за шкалою Чеддока, він свідчить про дуже тісний зв'язок.

4. Застосування деструкторів стерні позитивно впливає на склад ґрунтової мікробіоти, сприяючи збільшенню чисельності корисних мікроорганізмів, зменшенню кількості фітопатогенних грибів та покращенню агрохімічних характеристик ґрунту. У зразках ґрунту, оброблених препаратами Екостерн класік та Екостерн бактеріальний, патогенних грибів не виявлено, тоді як у інших варіантах їх частка становила 4,5–17,6%. Домінуючими серед сапротрофних грибів були представники родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, що відіграють важливу роль у мінералізації органічної речовини та покращенні ґрунтової структури. Частка потенційно токсиноутворюючих грибів коливалася від 68,8% до 87,1%, однак використання біодеструкторів сприяло підвищенню чисельності грибів роду *Trichoderma*, особливо у варіанті з використанням Екостерн бактеріальний (37,5%), що забезпечує природний біологічний захист рослин. Кореляційно-регресійний аналіз засвідчив сильний зв'язок між мікробним складом ґрунту та врожайністю насіння соняшнику, що обумовлює важливість біологічних методів управління агроєкосистемою.

Публікації за розділом 3:

1. Воронкова Г.М., Єрмолаєв В.М., **Павлов В.О.**, Гамаюнова В.В. Можливість покращення стану родючості ґрунту в умовах півдня України на засадах екологізації та ресурсозбереження. *Сучасні аспекти підвищення продуктивності та адаптивного потенціалу у контексті європейського зеленого курсу*: Матеріали Міжн. Наук.-практ. конф., присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН. 135-річчю від дня народження Єремєєва І.М., 125-річчю від дня народження Фрідріха А.Й., 115-річчю від дня народження - Ремесла В.М. с. Центральне, 16 листопада 2022. С.170–171.

2. Гамаюнова В. В., **Павлов В. О.** Від стерні до здорового ґрунту: роль біодеструкторів у сільському господарстві. *Аграрні інновації*. 2024. No 28. С. 32–37. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.5>
3. Gamayunova V., **Pavlov V.**, Baklanova T. Environmentally safe approaches to sunflower cultivation. *Research in Science, Technology and Economics: Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity" with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference*. March 5-7, 2025. Luxembourg, Luxembourg. P. 24–28. ISBN 979-8-89704-985-1 (series).
4. **Павлов В. О.**, Бакланова Т.В. Вплив біодеструкторів та досліджуваних елементів технології вирощування соняшнику на ознаки родючості ґрунту. Theoretical and empirical scientific research: concept and trends: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Oxford, March 7, 2025. Oxford - Vinnytsia: P.C. Publishing House & UKRLOGOS Group LLC, 2025. С. 160–167. DOI 10.36074/logos-07.03.2025.032
5. Гамаюнова В. В., **Павлов В. О.**, Бакланова Т. В. Біодеструктори стерні як складова сталого землеробства та підвищення родючості ґрунту. Органічне виробництво і продовольча безпека: цифрові технології та інновації : збірник праць учасників XII Міжнародної науково-практичної конференції (15–16 травня 2025 р.). Житомир: Поліський нац. університет, 2025. С. 45-49.

РОЗДІЛ 4

РОСТОВІ ПРОЦЕСИ ТА ВОДОСПОЖИВАННЯ СОНЯШНИКУ ЗА ВПЛИВУ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ, ДЕСТРУКТОРІВ СТЕРНІ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

4.1. Динаміка ростових процесів соняшнику під впливом інокуляції насіння, застосування деструкторів стерні та позакореневого підживлення

Ростові процеси соняшнику залежать від багатьох факторів, зокрема агротехнічних заходів, кліматичних умов, ґрунтових характеристик і генетичних особливостей сорту чи гібриду. Дослідження процесів росту соняшнику дозволяє розробляти ефективні шляхи підвищення його продуктивності.

Згідно з дослідженнями [70], розвиток соняшнику проходить у кілька основних фаз (рис. 4.1):

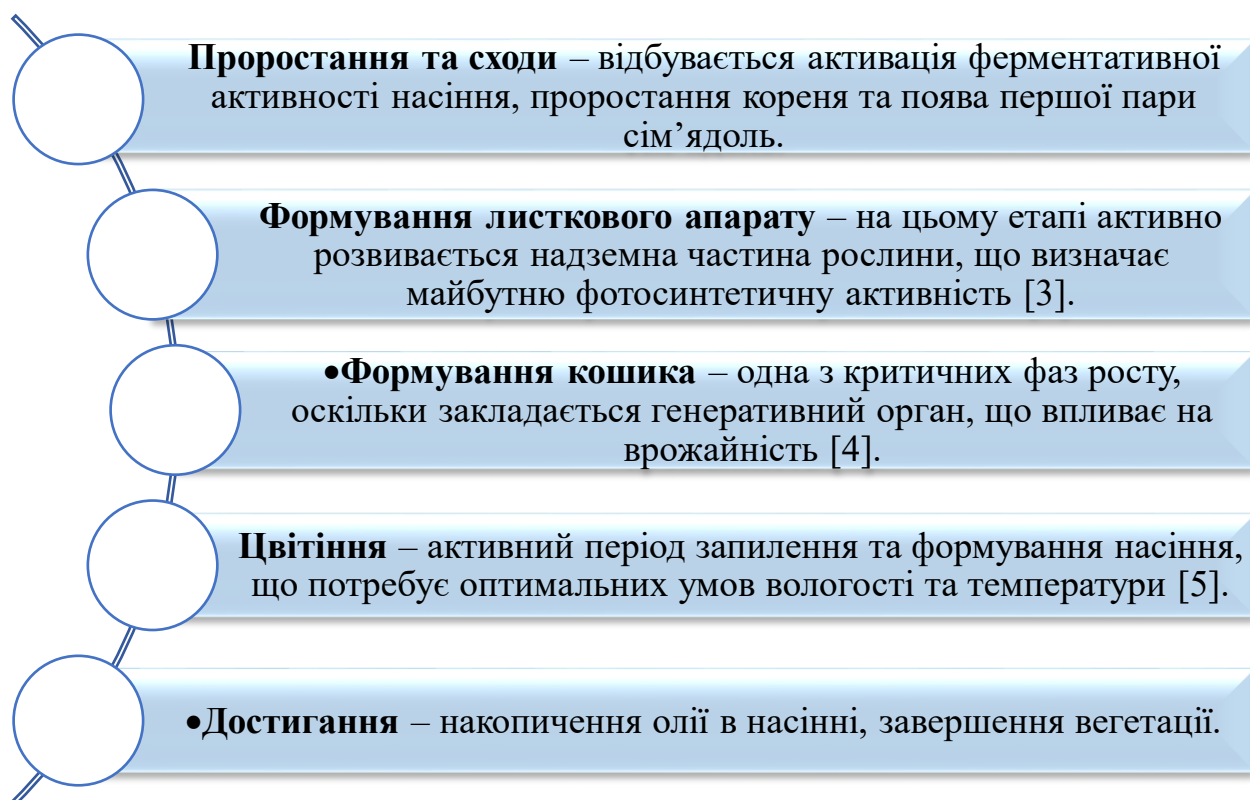


Рис. 4.1. Фази розвитку соняшнику [204, 214, 253]

Температурний режим є одним із головних факторів, що впливає на проростання та подальший розвиток соняшнику. Дослідженнями встановлено, що оптимальна температура для проростання насіння соняшнику становить 8–10°C. При таких значеннях відбувається активне поглинання води насінням, активізація ферментативної діяльності та початок ростових процесів. Якщо температура опускається нижче 5°C, проростання значно сповільнюється, а при 2–3°C може взагалі не відбутися. Для вегетаційного періоду оптимальна температура коливається в межах 20–25°C. Це сприяє активному фотосинтезу, формуванню листкової поверхні та накопиченню біомаси. Температури нижче 15°C можуть уповільнювати ріст і розвиток рослин, а перевищення 30°C за умов дефіциту вологи може спричинити стресові реакції, зниження інтенсивності фотосинтезу та передчасне дозрівання, що негативно позначається на врожайності [191].

Одним із найважливіших факторів, що впливає на ріст та продуктивність соняшнику, є рівень зволоження ґрунту. Недостатнє зволоження може спричиняти значну затримку росту рослин через обмежену доступність води для метаболічних процесів. В умовах дефіциту вологи порушується транспірація, що призводить до зниження активності фотосинтезу та накопичення органічних речовин. Крім того, нестача вологи негативно впливає на ріст кореневої системи, що ускладнює засвоєння поживних речовин із ґрунту. У критичні фази розвитку, зокрема під час цвітіння та наливу насіння, дефіцит вологи може призвести до значного зниження врожайності. За умов тривалої посухи спостерігається передчасне дозрівання насіння, що знижує його якісні показники, зокрема вміст жиру. Водночас перезволоження ґрунту може також мати негативні наслідки, спричиняючи розвиток корневих гнилей та порушення газообміну в кореневій системі [7].

Отже, оптимальний рівень вологозабезпечення є необхідною умовою для стабільного росту, формування високої врожайності та отримання якісних показників насіння соняшнику.

Соняшник є світлолюбною культурою, і нестача освітлення може негативно впливати на фотосинтез, що в свою чергу уповільнює ріст і розвиток рослин. Достатня кількість сонячного світла є дуже важливою для інтенсивного синтезу органічних речовин, формування потужної листової поверхні та забезпечення високої продуктивності культури. За недостатнього освітлення відзначається подовження міжвузлів, зменшення площі листків та зниження вмісту хлорофілу, що в кінцевому підсумку може призвести до зниження врожайності. Крім того, тривала нестача світла може порушити формування кошиків, зменшити кількість та якість насіння [8].

Найкращі результати при вирощуванні соняшнику забезпечуються на родючих чорноземах із високим вмістом органічної речовини. Чорноземи мають оптимальну структуру, достатню вологоємність і великий запас макро- та мікроелементів, що сприяє активному росту рослин та підвищенню врожайності. Висока мікробіологічна активність таких ґрунтів забезпечує ефективне розкладання рослинних решток, покращує поглинання поживних речовин та створює сприятливі умови для формування потужної кореневої системи. Використання біодеструкторів на чорноземних ґрунтах може додатково підвищити агрохімічні показники та продуктивність культури [85].

Отже, оптимальний рівень вологозабезпечення, достатнє освітлення та родючі ґрунти є необхідними умовами для сталого росту, формування високої врожайності та показників якості насіння соняшнику.

Ростові процеси соняшнику є складним комплексом фізіолого-біохімічних змін, які залежать від багатьох зовнішніх і внутрішніх чинників. Вивчення цих процесів допомагає оптимізувати агротехнічні заходи для підвищення продуктивності культури.

Одним із сучасних підходів до підвищення ефективності його вирощування є застосування біодеструкторів стерні. Біодеструктори містять комплекс корисних мікроорганізмів і ферментів, які прискорюють розкладання рослинних решток, збагачують ґрунт поживними речовинами та сприяють активному росту рослин [30, 119].

Згідно з дослідженнями [226, 248], використання біодеструкторів покращує ростові процеси соняшнику завдяки:

- **оптимізації ґрунтових умов** – поліпшення структури ґрунту, підвищення вмісту органічної речовини та покращення вологоутримуючої здатності [254];
- **підвищенню доступності поживних елементів** – прискорене розкладання рослинних залишків збагачує ґрунт азотом, фосфором і калієм [24, 40];
- **активізації мікробіологічної активності** – стимуляція розвитку корисних ґрунтових мікроорганізмів, таких як *Trichoderma*, *Bacillus* та *Pseudomonas*, що покращують ріст кореневої системи;
- **скороченню періоду проростання** – завдяки покращенню біохімічного складу ґрунту насіння проростає швидше та рівномірніше [119];
- **посиленню фотосинтетичної активності** – збільшення площі листкового апарату сприяє ефективнішому використанню світлової енергії [248];
- **покращенню стійкості до стресових факторів** – рослини, що ростуть у ґрунтах із біодеструкторами, краще переносять посуху, температурні коливання та патогенні мікроорганізми [226].

У наших дослідженнях у контрольному варіанті без біодеструктора визначено найнижчі показники площі листкової поверхні: на початку формування кошиків – 24,7 см², у фазі цвітіння – 37,8 см² (табл. 4.1).

Використання біодеструкторів Екостерн збільшує площу листків. Найкращі результати серед них формував Екостерн класік, що забезпечив приріст площі листкової поверхні на 3,7 та 1,9 відповідно.

Позакореневе підживлення препаратом Стоп стрес суттєво покращило розвиток листкової поверхні. Максимальними показники площі листків визначили за використання Екостерн бактеріальний + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес: 35,7 см² у фазі формування кошиків та 42,2 см² у фазі цвітіння.

Таблиця 4.1

**Показники фотосинтетичної діяльності соняшнику за впливу
біодеструкторів (середнє за 2022-2024 рр.)**

Варіант	Площа листків			Фотосинте- тичний потенціал, тис. м ² /га*діб	Чиста про- дуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу
	Початок формува ння кошиків	Фаза цвітіння	Середнє значення		
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс	24,7	37,8	31,3	1023	1,78
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс	28,4	39,7	34,1	1227	1,54
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс	27,8	38,4	33,1	1119	1,57
Екостерн бактеріаль- ний + N ₅ + Граундфікс	28,3	39,5	33,9	1209	1,55
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	28,7	39,3	34,0	1222	1,54
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	35,2	41,3	38,3	1455	1,47
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	34,4	40,1	37,3	1394	1,49
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	35,7	42,2	39,0	1514	1,45

Отже, використання біодеструкторів збільшує листову поверхню у порівнянні з рослинами соняшнику контрольного варіанту.

Позакореневе підживлення антистресовим препаратом Стоп стрес додатково підсилює позитивний ефект, що особливо важливо в умовах наявності стресових факторів навколишнього середовища (рис. 4.2).

Без використання біодеструкторів показники чистої продуктивності фотосинтезу визначені вищими, що може свідчити про активніший обмін речовин у рослинах.

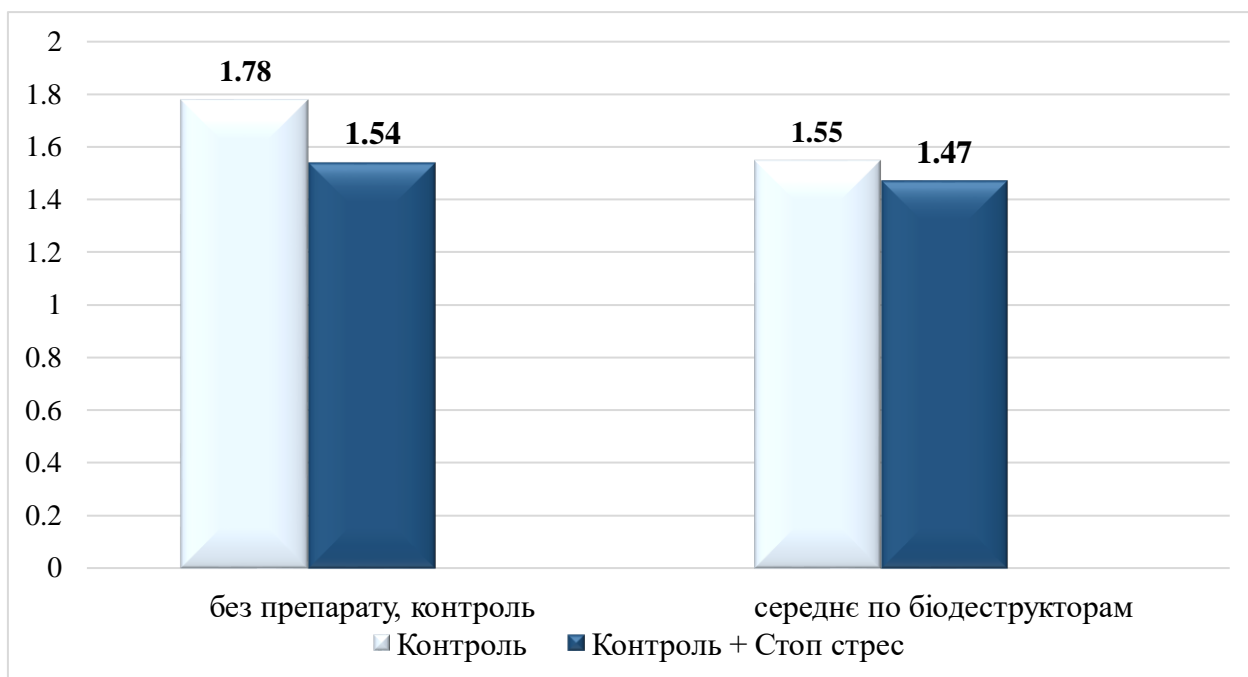


Рис. 4.2. Вплив досліджуваних факторів на чисту продуктивність фотосинтезу соняшнику, г/м² за добу (середнє за 2022-2024 рр.)

Варіанти з використанням біодеструкторів забезпечили дещо нижчі значення, можливо, через перерозподіл енергії між процесами росту та розкладу органічної речовини в ґрунті.

Позакореневе підживлення препаратом Стоп стрес незначно знижувало продуктивність фотосинтезу за використання всіх досліджуваних біодеструкторів, що може бути пов'язано з адаптаційними реакціями рослин або змінами у їх фізіологічних процесах.

4.2. Інтегрований вплив інокуляції, деструкторів стерні та позакореневого підживлення на водоспоживання соняшнику

Соняшник (*Helianthus annuus L.*) є однією з найважливіших та найбільш поширених олійних культур у світі. Його вирощування залежить від багатьох факторів, серед яких вирішальне значення має забезпеченість вологою. Ефективність водоспоживання визначає рівень урожайності, якість насіння та доцільність використання ресурсів для вирощування. Умови зволоження,

кліматичні фактори, методи обробітку ґрунту та агротехнічні заходи безпосередньо впливають на водоспоживання культури.

Соняшник є культурою, яка вибаглива до кліматичних умов, потребуючи значної кількості вологи та сонячної енергії в певних пропорціях на різних етапах вегетації. На початкових стадіях розвитку і до формування кошиків рослина використовує 20–25 % від загальної потреби у воді, переважно засвоюючи її з верхніх шарів ґрунту. Найбільше вологи - близько 60 % - соняшник споживає під час цвітіння, і за нестачі води в цей період кошики та насіння можуть бути недорозвиненими [78]. У проміжку між цвітінням і дозріванням насіння рослина використовує ще 30–40 % води. Накопичення вологи є важливим фактором для отримання високих урожаїв, тому технологічні заходи повинні бути максимально спрямовані на збереження та накопичення вологи в ґрунті [15, 16, 52, 91, 150].

Оптимальний рівень вологості кореневмісного шару ґрунту для соняшнику становить 60–70 % від найменшої польової вологоємності, що означає наявність 160–180 мм в 0-100 см шарі ґрунту, причому запаси продуктивної вологи не повинні бути меншими за 100 мм [123].

Соняшник здатен використовувати воду з 0-100 см шару ґрунту в обсягах, які накопичилися впродовж передпосівного та вегетаційного періодів. У роки з недостатньою кількістю опадів він витрачає вологу економно, а за сприятливих умов - максимально ефективно. Це пояснюється низьким внутрішнім опором току води у стеблі та невеликим опором парів води. Використання вологи з різних шарів ґрунту залежить від запасів води, кількості опадів і температурних умов під час вегетації. Біля 30-40 % загального водоспоживання соняшнику забезпечується запасами вологи в ґрунті, а 60-70 % - атмосферними опадами. У посушливі роки рослина активно використовує запаси води з глибших шарів ґрунту, задовольняючи свої потреби на 50-60 % за рахунок вологи з глибини 40-200 см. Незалежно від погодних умов, соняшник суттєво зменшує запаси вологи, що може створити проблеми для наступних культур і для нього самого. Покращити водний баланс можливо

шляхом зменшення непродуктивних витрат води та оптимізації умов для її накопичення в ґрунті [2].

Дослідженнями визначено, що недостатня зволоженість у ґрунті негативно впливає не лише на розвиток рослин, але й суттєво знижує ефективність окремих агротехнічних заходів [147, 180]. Саме запаси ґрунтової вологи є основною причиною коливань у продуктивності соняшнику. Вчені обґрунтували, що краще забезпечені вологою посіви формують вищий урожай насіння. Важливу роль у цьому процесі відіграють опади, які випадають восени, взимку та на початку вегетаційного періоду [148, 149, 157].

Соняшник традиційно вважають не найкращим попередником для багатьох сільськогосподарських культур через значний винос поживних речовин і вологи з ґрунту [1]. Проте останні дослідження засвідчують, що ця культура не є настільки інтенсивною у виносі елементів живлення, оскільки значна частина макро- і мікроелементів, які вона поглинає, повертається в ґрунт з післязбиральними рештками. Багато з цих елементів накопичуються у стеблах і листках соняшнику, які містять у три рази більше азоту, у чотири рази більше фосфору та калію, а також значну кількість інших мікроелементів, порівняно з соломою злакових культур. Хоча ці елементи тимчасово недоступні для наступних культур, вони залишаються в ґрунті поля [2].

Щоб запобігти виснаженню ґрунту, важливо компенсувати винос елементів живлення, який забирається урожаєм. Тому при вирощуванні соняшнику необхідно вносити мінеральні добрива, щоб забезпечити надходження макро-, мезо- і мікроелементів у кількостях, що відповідають їх виносу з урожаєм. Одним із головних факторів покращення живлення наступних культур є прискорене розкладання рослинних решток, чого можна досягти шляхом внесення 30 кг/га д.р. азоту восени або навесні, за потреби [3].

Біологічні деструктори стерні, такі як мікробіологічні препарати, можуть сприяти покращенню структури ґрунту, збільшенню водопроникності та зменшенню випаровування вологи. Згідно з дослідженнями, проведеними Петровим та ін. [120], використання біологічних деструкторів стерні може

зменшити водоспоживання соняшнику на 10-15% завдяки покращенню водоутримуючої здатності ґрунту.

Передпосівна обробка насіння з використанням стимуляторів росту або фунгіцидів, також може вплинути на водоспоживання. За даними дослідження Іваненка та Сидоренка [68], обробка насіння стимуляторами росту призводить до підвищення стійкості рослин до стресових умов, що, в свою чергу, знижує їх водоспоживання в умовах дефіциту вологи.

Використання антистресантів для позакореневого підживлення також може суттєво вплинути на водоспоживання соняшнику. Дослідження, проведене Ковалем [86], показало, що застосування антистресантів на основі амінокислот та мікроелементів дозволяє зменшити водоспоживання рослин на 20% у порівнянні з контрольними варіантами, що свідчить про їх позитивний вплив на адаптацію рослин до стресових умов.

Водоспоживання соняшнику є головним фактором, що впливає на його продуктивність. Оптимізація водного режиму можлива завдяки правильному вибору агротехнічних заходів, зокрема використанню біологічних деструкторів стерні, інокуляції насіння та застосуванню антистресантів. Використання цих елементів технології дозволяє зменшити витрати води, підвищити ефективність її використання та забезпечити стабільний рівень врожайності навіть у посушливих умовах.

Результатами наших досліджень встановлено, що загальне водоспоживання соняшнику значно залежало від умов зволоження у різні роки вирощування. Найвищим його показник - 3811 м³/га було визначено у найбільш вологому 2023 році, тоді як найнижчий - 1505 м³/га - у 2024 році, який виявився найпосушливішим (табл. 4.2). Ця значна різниця пояснюється обсягом опадів, що випали під час вегетаційного періоду, так як саме вони є основним джерелом вологи для рослин. У 2023 році випало 2963 м³/га, що становило 77,7% від загального водоспоживання, тоді як у 2024 році - лише 863 м³/га і 57,3% відповідно [21].

Таблиця 4.2

**Загальне водоспоживання та його баланс у роки вирощування
соняшнику, м³/га**

Рік вирощування	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Частка у балансі, м ³ /га	
		опадів	грунтової вологи
2022	2858	2104	754
2023	3811	2962	849
2024	1505	863	642
2022–2024 pp.	2724	1976	748

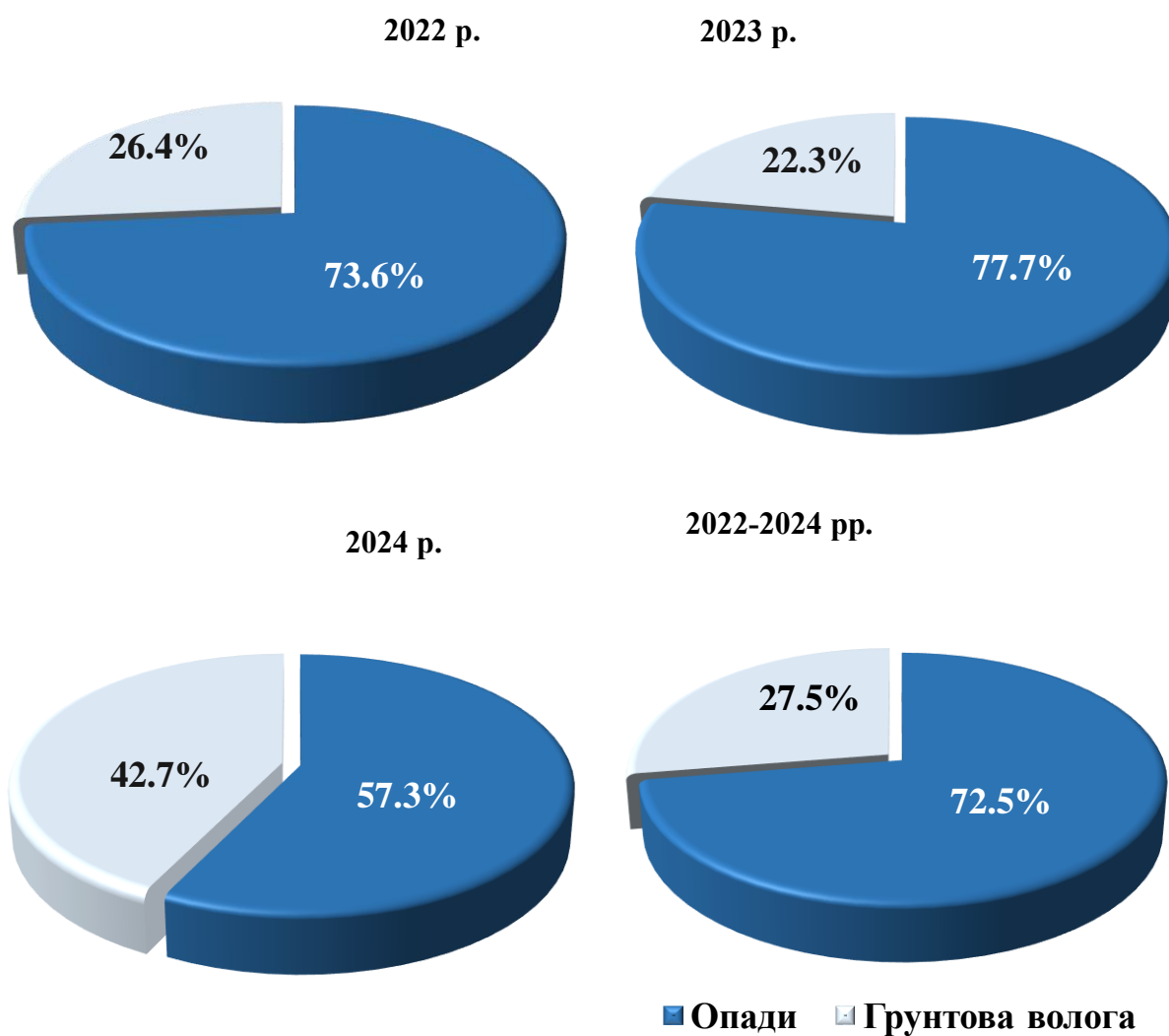


Рис. 4.3. Складові елементи балансу водоспоживання, %

Використані посівами запаси ґрунтової вологи також різнилися за роками досліджень. У відсотковому значенні, як складової частки балансу водоспоживання, ця різниця була більш суттєвою, що наочно демонструють дані рис. 4.3.

У посушливому 2024 році рослини соняшнику використовували запаси вологи з ґрунту та атмосферних опадів в наступному співвідношенні - 57,3% і 42,7% відповідно. Зазначена структура водоспоживання суттєво відрізняється від інших років дослідження, у які частка опадів у загальному балансі становила від 73,6% до 77,7%, а частка ґрунтової вологи коливалася в межах 22,3–26,4%.

Посушливі умови 2024 року негативно вплинули на сформований рівень урожайності насіння соняшнику порівняно з іншими роками, коли умови для вирощування були більш сприятливими. Ми побудували кореляційно-регресійну модель, яка демонструє зв'язок між урожайністю насіння та загальним водоспоживанням посівів соняшнику. Ця модель підтверджує дуже сильну залежність за шкалою Чеддока між цими складовими, що відображається в коефіцієнті кореляції $R = 0,99$ (рис. 4.4).

Розуміння стосовно коефіцієнта водоспоживання дозволяє агрономам і фермерам точно визначити, скільки води потрібно для забезпечення оптимального росту та розвитку рослин. Це допомагає уникнути як недостатнього, так і надмірного зволоження. Правильне управління водними ресурсами може суттєво підвищити врожайність соняшнику, оскільки рослини отримують достатню кількість вологи для фотосинтезу та інших життєвих процесів. Визначення коефіцієнта водоспоживання дозволяє оптимізувати використання води, що є особливо важливим в умовах обмежених ресурсів або посухи. Це може зменшити витрати на поливи за вирощування на зрошенні. Розуміння водоспоживання соняшнику дозволяє агрономам краще адаптувати технології вирощування до змін клімату, що може включати зміни в режимах поливу та доборі сортів чи гібридів.

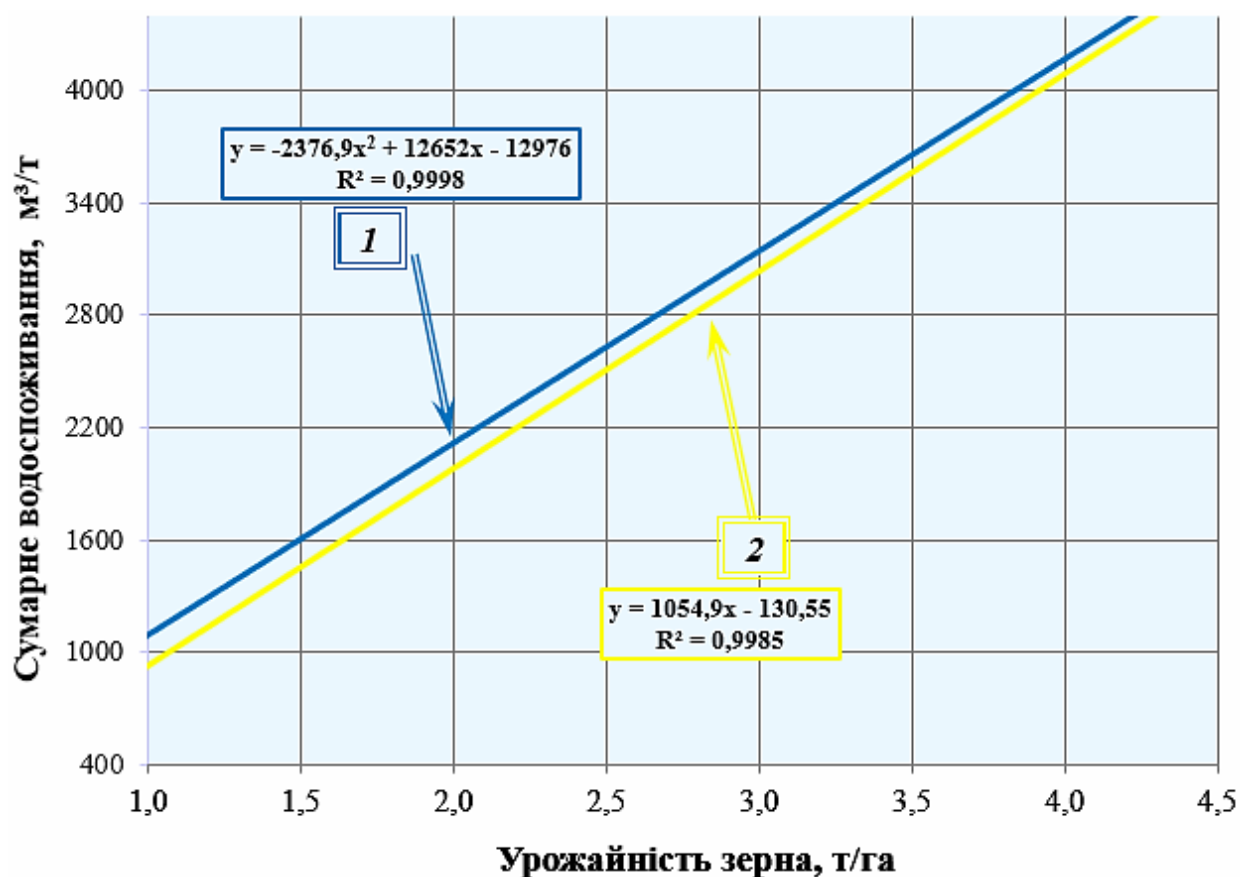


Рис. 4.4. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю та сумарним водоспоживанням соняшнику (середнє за 2022–2024 рр.):

- 1 – обробка насіння водою;
- 2 – обробка насіння Мікофрендом.

Розрахунки коефіцієнта водоспоживання соняшнику характеризують, що його показники залежали від умов років досліджень, інокуляції насіння, деструкторів стерні та проведення позакореневого підживлення рослин (табл. 4.3).

Найбільш економно рослини витрачали вологу на формування 1т врожаю насіння у найбільш несприятливому за зволоженням 2022 р. Максимальні значення отримано в 2023 році, у якому він був залежно від фону живлення в 1,5–1,6 разів більшим.

Найвищий у досліді коефіцієнт водоспоживання визначено за вирощування соняшнику у 2023 році у контрольному варіанті з обробкою насіння водою (1500,4 м³/т) та у варіанті із застосуванням біодеструктора Екостерн лайт (1438,1 м³/т). Найефективніше рослини витрачали вологу у

варіантах з проведенням підживлення Стоп стресом, зокрема у варіанті поєднання Екостерн бактеріальний + Стоп стрес (1261,9 м³/т у 2023 році та 800,5 м³/т у 2024 році).

Таблиця 4.3

Коефіцієнт водоспоживання соняшнику за впливу досліджуваних факторів у роки вирощування, м³/т

Використання деструктора стерні та живлення (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)					
	2022		2023		2024	
	1	2	1	2	1	2
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс 3 л/га	921,9	901,6	1500,4	1438,1	1016,9	971,0
Екостерн класік 1,5 л/га + N ₅ + Граундфікс 3 л/га	890,3	866,1	1406,3	1346,6	929,0	875,0
Екостерн лайт 1,5 л/га + N ₅ + Граундфікс 3 л/га	916,0	882,1	1438,1	1351,4	940,6	885,3
Екостерн бактеріальний 1,5 л/га + N ₅ + Граундфікс 3 л/га	913,1	876,7	1361,1	1305,1	940,6	885,3
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	833,2	811,9	1351,4	1274,6	906,6	855,1
Екостерн класік 1,5 л/га + N ₅ + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес	802,8	789,5	1278,9	1209,8	836,1	796,3
Екостерн лайт 1,5 л/га + N ₅ + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес	823,6	800,6	1300,7	1213,7	845,5	804,8
Екостерн бактеріальний 1,5 л/га + N ₅ + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес	823,6	809,6	1261,9	1194,7	840,8	800,5

1 – обробка насіння водою;

2 – обробка насіння Мікофрендом

Передпосівна обробка насіння Мікофрендом призводила до зниження коефіцієнту водоспоживання порівняно з обробкою насіння водою, що свідчить про позитивний вплив цього заходу на ефективність використання вологи рослинами соняшнику.

У посушливому 2024 році показники коефіцієнта водоспоживання визначено найменшими порівняно з попередніми роками.

Деструктори стерні сприяють зниженню водоспоживання у порівнянні з контрольним варіантом, особливо за поєднання з проведенням позакореневого підживлення антистресантом.

На коефіцієнт водоспоживання істотно вплинула обробка насіння перед сівбою Мікофрендом, внесення біодеструкторів стерні та підживлення антистресовим препаратом. Фактори, взяті на дослідження, сприяли більш ефективному використанню вологи рослинами соняшнику на формування одиниці врожаю, що наочно демонструє рис. 4.5.

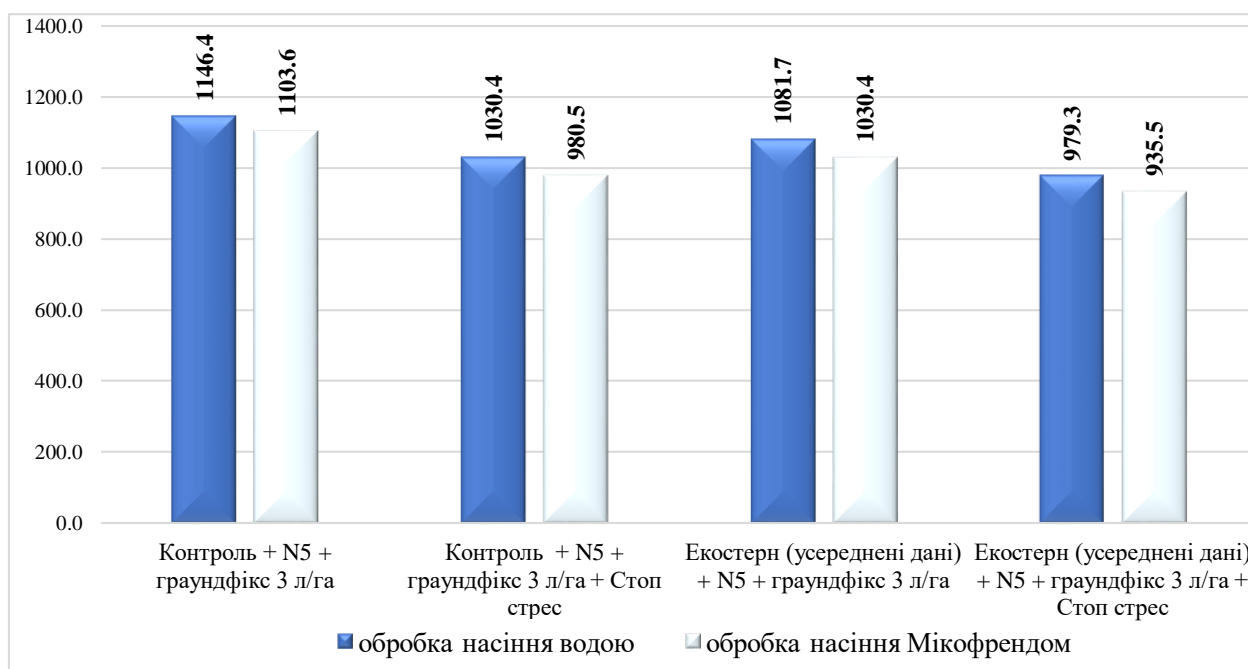


Рис. 4.5. Вплив біодеструкторів, оптимізації живлення та передпосівної обробки насіння на використання вологи посівом соняшнику (середнє за 2022-2024 рр.), м³/т

Обробка насіння препаратом Мікофренд зменшує коефіцієнт водоспоживання у всіх варіантах. У контрольному варіанті (без антистресанта) він зменшився з 1146,4 м³/га (обробка насіння водою) до 1103,6 м³/га (обробка насіння Мікофрендом). Подібну тенденцію зменшення спостерігали у всіх досліджуваних варіантах. Застосування антистресанта Стоп стрес для позакореневого підживлення також знижує коефіцієнт водоспоживання. У

контрольному варіанті із проведенням позакореневого підживлення Стоп стресом водоспоживання зменшилося до 1030,4 м³/га (обробка водою) та 980,5 м³/га (обробка Мікофрендом). Аналогічну тенденцію спостерігали і у варіантах з внесенням Екостерну. Найменше значення коефіцієнта водоспоживання визначено у варіанті Екостерн + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес за обробки насіння водою – 979,3 м³/га, а Мікофрендом – 935,5 м³/га, що виявилось найнижчим значенням серед усіх варіантів досліду.

Поєднання інокуляції насіння Мікофрендом та застосування антистресанта для підживлення сприяє ефективнішому використанню води, знижуючи коефіцієнт водоспоживання соняшнику.

Обробка насіння препаратом призводить до зменшення коефіцієнту водоспоживання у всіх досліджуваних варіантах у порівнянні з обробкою водою. Найбільшим зменшення визначено у варіанті Екостерн лайт (58,6 м³/га або 5,3%). Найменшим ефект інокуляції був у контрольному варіанті (42,8 м³/га або 3,7%). Позакореневе підживлення препаратом Стоп стрес додатково зменшує витрати вологи, особливо у варіанті Екостерн бактеріальний (96,2 м³/га за обробки насіння водою та 87,5 м³/га за інокуляції Мікофрендом). Найвищий ефект зменшення споживання води за рахунок Стоп стресу спостерігається у контрольному варіанті (116 м³/га за обробки насіння водою та 123,1 м³/га за інокуляції препаратом).

Обробка насіння препаратом Мікофренд ефективно зменшує коефіцієнт водоспоживання, особливо у варіантах із застосуванням біологічних деструкторів стерні. Позакореневе підживлення препаратом Стоп стрес додатково підвищує ефективність використання вологи, причому найбільший ефект визначено у контрольних варіантах (без застосування біодеструкторів). Оптимальним з точки зору економії води є поєднання інокуляції насіння Мікофрендом та застосування антистресанту в підживлення, що забезпечує найбільш оптимальний результат для всіх варіантів деструкторів стерні.

Попри значні коливання коефіцієнта водоспоживання протягом років вирощування соняшнику (табл. 4.4), було виявлено дуже сильний

кореляційний зв'язок між цим показником та сформованим рівнем урожайності насіння (рис. 4.6, 4.7).

Таблиця 4.4

Коефіцієнт водоспоживання соняшнику за впливу досліджуваних факторів у середньому за 2022-2024 рр.

Використання деструктора стерні та живлення (фактор А)	Обробка насіння (фактор В)		Зменшення за рахунок обробки насіння		Стоп стрес до контролю, м ³ /га		Зменшення за рахунок Стоп стрес	
	водою	препаратом	м ³ /га	%	водою	препаратом	м ³ /га	%
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс	1146,4	1103,6	42,8	3,7	-	-	-	-
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс	1075,2	1029,2	46,0	4,3	-	-	-	-
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс	1098,2	1039,6	58,6	5,3	-	-	-	-
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс	1071,6	1022,4	49,2	4,6	-	-	-	-
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	1030,4	980,5	49,9	4,8	116	123,1		
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	972,6	931,9	40,7	4,2	102,6	97,3		
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	989,9	939,7	50,2	5,1	108,3	99,9		
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	975,4	934,9	40,5	4,2	96,2	87,5		

Застосування біологічних деструкторів стерні, особливо у поєднанні з підживленням антистресантом та обробкою насіння Мікофрендом, дозволяє зменшити коефіцієнт водоспоживання соняшнику. Це свідчить про більш ощадливе та ефективне використання води рослинами, що може бути вирішальним фактором у вирощуванні культури в умовах обмеженого водопостачання.

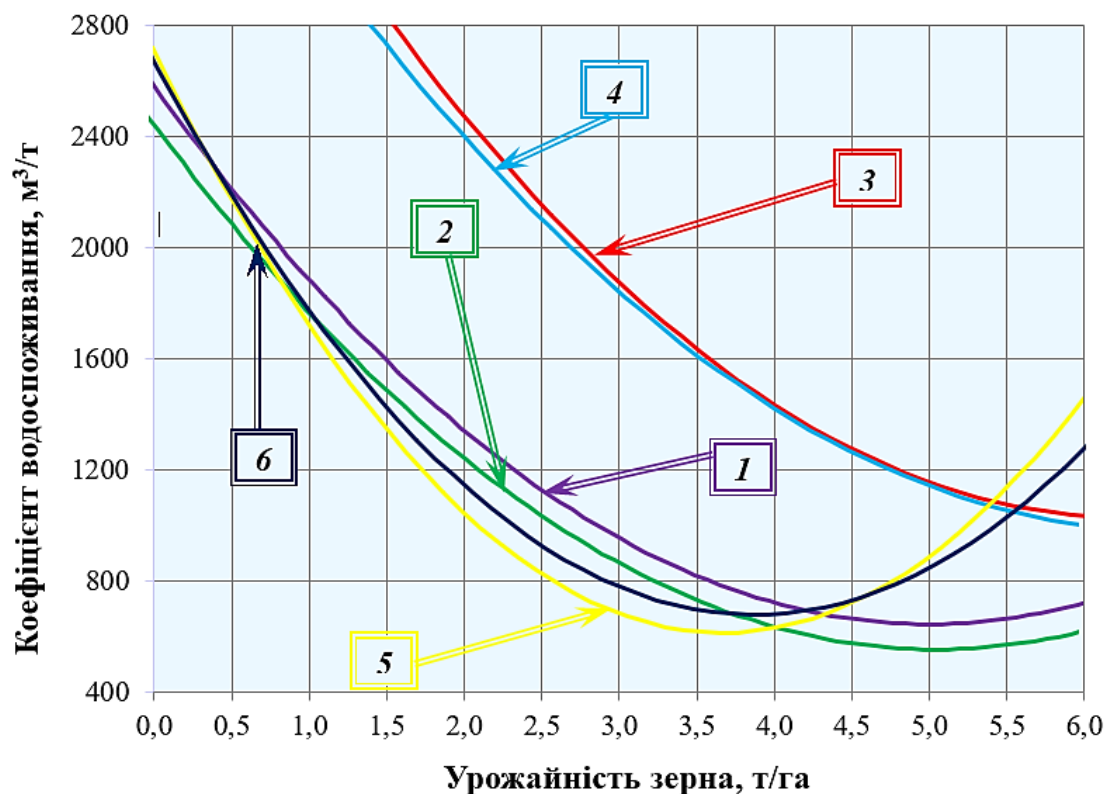


Рис. 4.6. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю насіння соняшнику та коефіцієнтом водоспоживання:

- 1 – обробка насіння водою (2022 р.): $y = 77,555x^2 - 775,19x + 2579,6$; $R^2 = 0,949$;
 2 – обробка насіння Мікофрендом (2022 р.): $y = 74,049x^2 - 751,58x + 2539,9$; $R^2 = 0,996$;
 3 – обробка насіння водою (2023 р.): $y = 179,08x^2 - 1491,7x + 4133,8$; $R^2 = 0,987$;
 4 – обробка насіння Мікофрендом (2023 р.): $y = 156,19x^2 - 1362,2x + 3951,1$; $R^2 = 0,971$;
 5 – обробка насіння водою (2024 р.): $y = 350,32x^2 - 1713,5x + 2785,5$; $R^2 = 0,985$;
 6 – обробка насіння Мікофрендом (2024 р.): $y = 300,23x^2 - 1546,3x + 2646,4$; $R^2 = 0,996$.

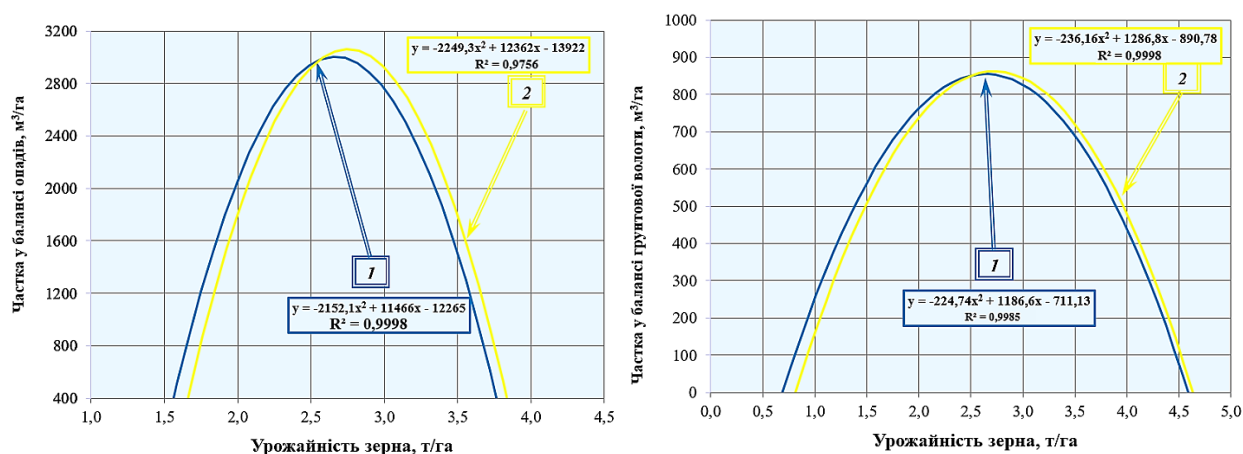


Рис. 4.7. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю насіння соняшнику та часткою у балансі опадів та ґрунтової вологості:

- 1 – обробка насіння водою;
 2 – обробка насіння Мікофрендом

Висновки до розділу 4:

1. Застосування біодеструкторів, особливо Екостерну класік і Екостерн бактеріального, сприяє збільшенню площі листової поверхні соняшнику, а позакореневе підживлення препаратом Стоп стрес ще більше підсилює цей ефект. Найкращі результати отримано у варіанті з Екостерн бактеріальний + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес. Водночас без біодеструкторів спостерігається дещо вища чиста продуктивність фотосинтезу, ймовірно, через відсутність перерозподілу енергії на розкладання органіки в ґрунті. Стоп стрес незначно знижує фотосинтетичну активність, можливо, через адаптаційні зміни в метаболізмі рослин.

2. Водоспоживання соняшнику суттєво залежить від умов зволоження в різні роки вирощування. Найвищий рівень водоспоживання спостерігався у 2023 році (3811 м³/га) завдяки значним опадам, тоді як у 2024 році, який був найпосушливішим, цей показник знизився до 1505 м³/га. У 2023 році опади становили 77,7% від загального водоспоживання, тоді як у 2024 році - лише 57,3%. У посушливих умовах рослини більше використовували запаси ґрунтової вологи. Це негативно вплинуло на врожайність насіння соняшнику в 2024 році. Кореляційно-регресійна модель підтверджує тісний зв'язок між врожайністю та водоспоживанням, з коефіцієнтом кореляції $R = 0,9$.

Коефіцієнт водоспоживання соняшнику значно варіює в залежності від умов року, обробки насіння, використання деструкторів стерні та підживлення. Найбільш економне використання води визначено у 2022 році, тоді як максимальними показники були в 2023 році. Обробка насіння препаратом Мікофренд знижує коефіцієнт водоспоживання у всіх варіантах, а застосування антистресанта Стоп стрес для підживлення додатково підвищує ефективність використання вологи. У посушливому 2024 році коефіцієнти водоспоживання були найнижчими. Поєднання інокуляції насіння та антистресанту забезпечує найкращі результати з точки зору економії води, особливо у варіантах з біодеструкторами стерні.

Публікації за розділом 4:

1. Гамаюнова В. В., **Павлов В. О.** Сумарне водоспоживання соняшнику за впливу досліджуваних факторів в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник* № 140. 2024. С. 88–95. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.12>
2. Гамаюнова В.В., **Павлов В.О.** Оптимізація живлення як ефективний підхід до використання вологи. Вода для майбутнього: управління, збереження, інновації: Збірник тез XIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 25-26 березня 2025 року С. 298-301.

РОЗДІЛ 5

УРОЖАЙНІСТЬ, ЕЛЕМЕНТИ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ЗА ВПЛИВУ ІНОКУЛЯЦІЇ, ДЕСТРУКТОРІВ СТЕРНІ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

5.1. Урожайність насіння соняшнику залежно від досліджуваних факторів та років вирощування

Соняшник є однією з найважливіших олійних культур, що займає значну частину сільськогосподарських угідь і забезпечує високу економічну вигоду. Проте, зростаючі вимоги до продуктивності та якості врожаю вимагають впровадження нових елементів технології, які б оптимізували процес вирощування цієї культури. Серед основних факторів, що впливають на урожайність соняшнику, важливу роль мають передпосівна обробка насіння, мінеральне живлення та використання біодеструкторів. Обробка насіння перед сівбою є важливою стосовно створення оптимальних умов для його проростання та подальшого розвитку рослин. Неправильні підходи до цього заходу можуть призвести до ущільнення ґрунту, недостатнього зволоження, нерівномірного розподілу поживних речовин, що негативно вплине на урожайність. Мінеральне живлення, у свою чергу, забезпечує рослини необхідними елементами для росту та розвитку. Однак надмірне або недостатнє внесення добрив може не лише знизити продуктивність, але й призвести до деградації екосистеми. Загалом значно завищенні від рекомендованих нормативів площі під соняшником [140], вибагливість цієї культури до вологи та елементів живлення, супутні бур'яни, хвороби особливо за тривалого вирощування на одному й тому ж полі призводять до деградації ґрунтів, їх виснаження й збіднення на NPK, втрати вологи тощо. До того ж культуру соняшнику рекомендовано вирощувати в науково-обґрунтованій сівозміні та висівати після пшениці озимої. З метою уникнення деградації ґрунту, а навпаки покращення його водно-фізичних властивостей та

водоутримуючої здатності, післяжнивні кореневі залишки попередника доцільно заробляти в ґрунт, використовуючи для їх розкладу та активізації мікробіологічних процесів сучасні біодеструктори стерні [114, 139]. Використання біодеструкторів, які прискорюють розкладання органічних залишків та покращують структуру ґрунту, є новим напрямом у агрономії, який здатен підвищити родючість і забезпечити сталий розвиток сільського господарства. Однак їх ефективність, добір та оптимальні умови використання потребують детального вивчення.

Соняшник (*Helianthus annuus L.*) є однією з провідних олійних культур у світі, забезпечуючи значну частину глобального виробництва рослинних олій. Підвищення його врожайності є актуальним завданням агрономії, що вимагає впровадження ефективних агротехнічних заходів, таких як передпосівна обробка насіння, використання біодеструкторів та проведення позакореневого підживлення.

Передпосівна обробка насіння забезпечує покращення схожості, енергії проростання та підвищує стійкість рослин до стресових факторів. Згідно даних багатьох досліджень, обробка насіння сучасними біопрепаратами збільшує врожайність соняшнику на 10–15% [31, 67, 82, 212]. Це пов'язано із забезпеченням живлення проростків на ранніх етапах розвитку та підвищенням стійкості рослин до несприятливих умов середовища у подальшій вегетації.

Біодеструктори стерні сприяють розкладанню рослинних решток, покращуючи структуру ґрунту та підвищуючи доступність поживних речовин для наступних культур. Дослідженнями встановлено, що застосування біодеструкторів може підвищити врожайність соняшнику на 8–12% завдяки поліпшенню ґрунтових умов та зниженню фітопатогенного навантаження [30, 117].

Позакореневе підживлення дозволяє оперативно забезпечити рослини необхідними елементами живлення у критичні фази розвитку. Застосування позакореневого підживлення комплексними добривами здатне підвищити

врожайність соняшнику на 12–18% [50, 51, 143]. Це обумовлюється швидким надходженням поживних речовин через листову поверхню та посиленням фотосинтетичної активності рослин.

Комбіноване застосування передпосівної обробки насіння, біодеструкторів та позакореневого підживлення має синергічний ефект, забезпечуючи підвищення врожайності соняшнику на 20–25% [84]. Такий підхід сприяє оптимізації умов росту та розвитку рослин, покращенню ґрунтової родючості та загалом підвищенню стійкості агроценозів до стресових факторів.

Результати наших досліджень свідчать, що в середньому за три роки вирощування врожайність насіння в контрольному варіанті без обробки насіння препаратом склала 2,37 т/га (за обробки його лише водою) та 2,48 т/га (за обробки Мікофрендом). Використання Стоп стресу для підживлення підвищило врожайність до рівнів 2,64 т/га та 2,76 т/га відповідно (табл. 5.1) [22].

У порівнянні з контролем, використання Екостерн класік забезпечує підвищення врожайності: без підживлення Стоп стресом: середній показник 2,51 т/га (за обробки насіння водою) і 2,62 т/га (за обробки насіння Мікофрендом). Із проведенням позакореневого підживлення Стоп стресом урожайність зростає до 2,78 т/га (водою) та 2,89 т/га (за обробки насіння Мікофрендом).

Застосування Екостерн лайт 1,5 л/га + N₅ + Граундфікс 3 л/га забезпечувало дещо нижчу врожайність насіння соняшнику без Стоп стрес порівняно з Екостерн класік, із середнім показником 2,46–2,60 т/га. За підживлення препаратом Стоп стрес урожайність досягає 2,73 т/га (за обробки насіння водою) та 2,86 т/га (за обробки насіння Мікофрендом).

Екостерн бактеріальний 1,5 л/га + N₅ + Граундфікс 3 л/га, без Стоп стрес забезпечив рівень урожайності 2,51–2,63 т/га, залежно від передпосівної обробки насіння. Використання антистресового препарату підвищило врожайність насіння соняшнику до 2,76–2,87 т/га.

Таблиця 5.1

Урожайність насіння соняшнику залежно від досліджуваних факторів та років вирощування, т/га [21, 23]

Використання деструктора стерні та живлення (фактор А)		Передпосівна обробка насіння (фактор В)							
		Обробка насіння водою				Обробка насіння Мікофрендом, 8л/т			
		2022	2023	2024	2022- 2024	2022	2023	2024	2022- 2024
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс		3,10	2,54	1,48	2,37	3,17	2,65	1,55	2,48
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс		3,21	2,71	1,62	2,51	3,30	2,83	1,72	2,62
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс		3,12	2,65	1,60	2,46	3,24	2,82	1,70	2,60
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс		3,13	2,80	1,60	2,51	3,26	2,92	1,70	2,63
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес		3,43	2,82	1,66	2,64	3,52	2,99	1,76	2,76
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес		3,56	2,98	1,80	2,78	3,62	3,15	1,89	2,89
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес		3,47	2,93	1,78	2,73	3,57	3,14	1,87	2,86
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес		3,47	3,02	1,79	2,76	3,53	3,19	1,88	2,87
Нір ₀₅	А	0,11	0,08	0,07					
	В	0,06	0,05	0,05					
	АВ	0,14	0,12	0,11					

Усі досліджувані деструктори (Екостерн класік, Екостерн лайт, Екостерн бактеріальний) забезпечували більш оптимальні результати порівняно з контролем.

Найвищу середню врожайність за три роки отримали у варіанті застосування Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп Стрес: 2,89 т/га за обробки насіння Мікофрендом. Екостерн бактеріальний забезпечив її на рівні 2,87, а Екостерн лайт – 2,86 т/га відповідно. Тобто істотної різниці між взятими на дослідження біодеструкторами не визначено.

Обробка насіння перед сівбою Мікофрендом забезпечувала вищу врожайність порівняно з обробкою його водою (рис. 5.1).

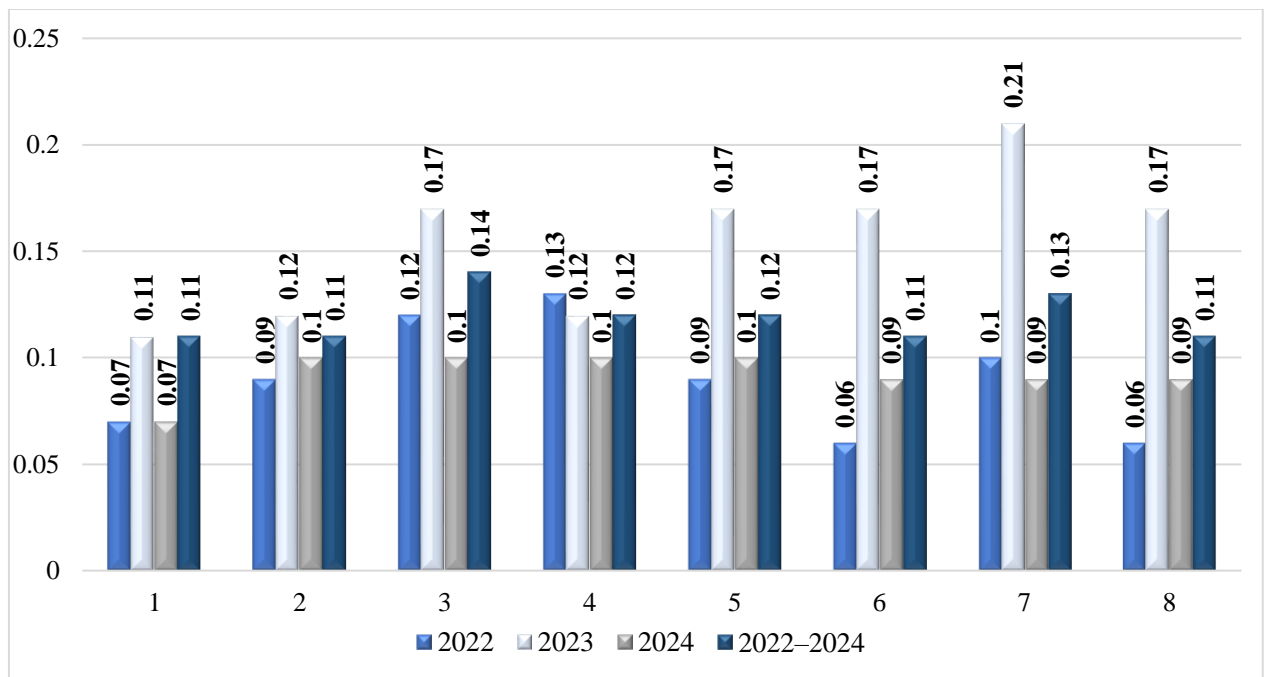


Рис. 5.1. Різниця між двома способами обробки насіння (водою та Мікофрендом) залежно від року та досліджуваних факторів [22]

Різниця між двома способами обробки насіння коливалася у межах від 0,06 до 0,21 т/га залежно від року та досліджуваних факторів. Найбільшу різницю між способами обробки насіння (Мікофрендом і водою) спостерігали у 2023 році, у якому цей елемент технології стабільно забезпечував більші прирости врожаю насіння.

Найвищою різниця в середньому за три роки досліджень була визначена у варіантах з внесенням Екостерн лайт і Екостерн класік, особливо за проведення підживлення комплексом Стоп стрес. Використання зазначеного

антистресанта підвищувало врожайність насіння соняшнику у всіх комбінаціях (рис. 5.2).

Обробка насіння Мікофрендом підвищує врожайність соняшнику порівняно з обробкою водою, причому найбільше впливає поєднання з більш ефективними деструкторами стерні Екостерн класік або Екостерн бактеріальний та особливо у поєднанні з проведенням підживлення антистресовим препаратом Стоп Стрес.

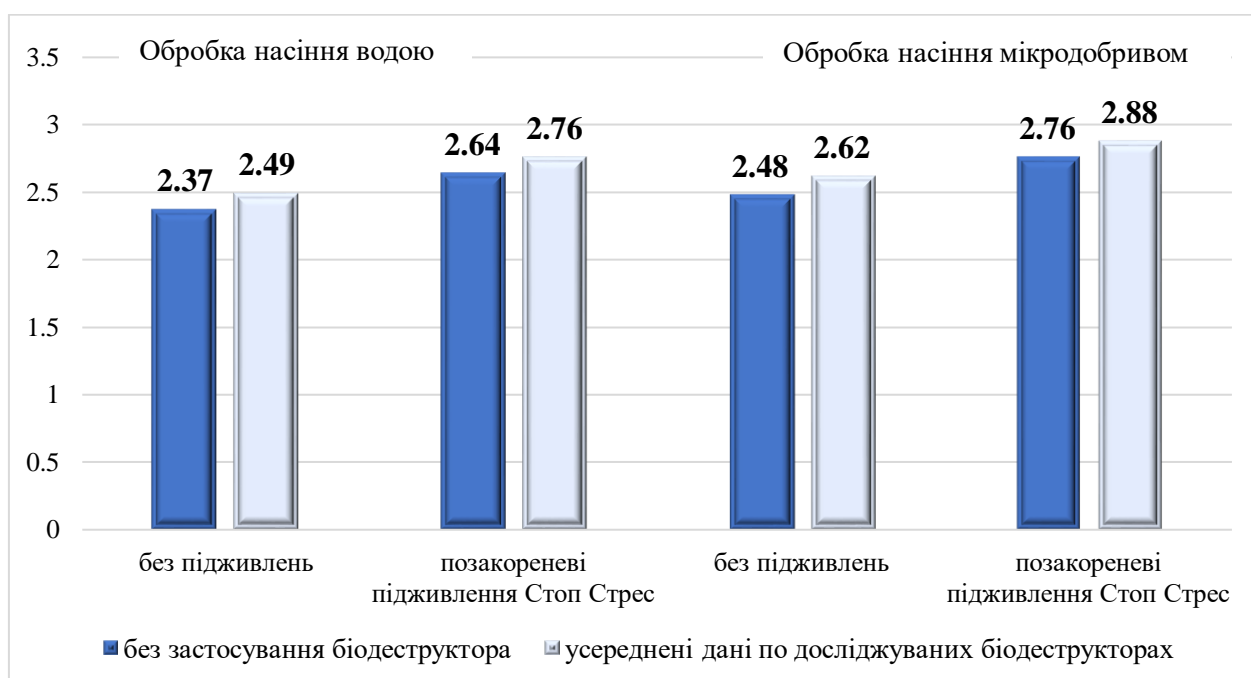


Рис. 5.2. Вплив передпосівної обробки насіння, біодеструктора та позакореневого підживлення на врожайність насіння соняшнику (середнє за 2022-2024 рр.), т/га [22]

Передпосівна обробка насіння, використання біодеструкторів та позакореневе підживлення є ефективними агротехнічними заходами у підвищенні врожайності насіння соняшнику. Їх комплексне застосування дозволяє досягти максимального ефекту, забезпечуючи стійке зростання продуктивності культури. Зазначимо, що за такого підходу вирощування соняшнику не буде супроводжуватись негативним впливом на ознаки родючості ґрунту.

Використання деструкторів стерні разом із передпосівною обробкою насіння Мікофрендом та позакореневим підживленням Стоп стрес забезпечує формування найвищої врожайності насіння соняшнику. Кращі результати забезпечили комбінації з Екостерн класік та Екостерн бактеріальний у поєднанні з підживленням комплексом Стоп стрес. Застосування Мікофренду для обробки насіння позитивно впливає на рівні врожайності насіння. Використання комбінації деструкторів, добрив, передпосівної обробки насіння та антистресанту є перспективною стратегією у підвищенні ефективності вирощування соняшнику в умовах змінного клімату. До того ж за такого добору елементів технології за розміщення соняшнику після пшениці озимої не буде виникати загрози стосовно деградації ґрунтів.

5.2. Формування структури врожаю соняшнику під впливом елементів біологізованої технології

Продуктивність соняшнику визначається низкою морфологічних та фізіологічних показників, серед яких особливе значення мають діаметр кошика, кількість та маса насіння з кошика, маса 1000 насінин та виповненість насіння. Ці параметри безпосередньо впливають на загальну врожайність та якість насіння.

Діаметр кошика є важливим показником, що характеризує потенційну продуктивність рослини. Збільшення діаметра кошика зазвичай корелює з підвищенням кількості насіння та загальної врожайності. Інокуляція насіння сприяє збільшенню кількості та маси насіння з одного кошика. Обробка насіння препаратом Мікофренд призводила до отримання 1491,6 насінин з масою 86,7 г з одного кошика, що перевищувало показники контролю.

Дослідженнями встановлено, що застосування біодеструкторів може опосередковано впливати на діаметр кошика через поліпшення ґрунтових умов. Зокрема, внесення біодеструкторів сприяє збільшенню запасів

продуктивної вологи в ґрунті, що створює сприятливі умови для росту та розвитку рослин [75]

Покращення водного режиму ґрунту може призвести до збільшення діаметра кошика, хоча конкретні кількісні дані щодо цього впливу потребують додаткових досліджень.

Це свідчить про покращення запилення та наливу насіння під впливом біопрепаратів. Дослідженнями визначено, що застосування певних агротехнічних заходів, таких як позакореневе підживлення, може суттєво впливати на цей показник. Наприклад, обробка рослин препаратом Євростім Аміно призводила до збільшення діаметра кошика на 1,2–3,2 см залежно від умов вирощування. Кількість насіння в кошику та його загальна маса є прямими індикаторами продуктивності окремої рослини. Ці показники залежать від генетичних особливостей гібриду, умов вирощування та агротехнічних елементів. Кількість та маса насіння з одного кошика залежать від загального стану рослини та умов її вирощування. Внесення біодеструкторів покращує поживний режим ґрунту, збільшуючи вміст доступних форм азоту, фосфору та калію [17, 20, 26, 63, 87, 109]

Покращене живлення рослин може призвести до збільшення кількості та маси насіння з кошика, однак конкретні дані щодо цього впливу вимагають подальших досліджень. Застосування мінеральних добрив та оптимальних методів обробітку ґрунту сприяє збільшенню маси насіння з одного кошика. Так, використання мінеральних добрив забезпечувало стабільний приріст маси насіння на одну рослину порівняно з неудобреними ділянками [25, 34, 162].

Виповненість насіння визначає частку повноцінних, добре розвинених насінин у загальній масі врожаю. Висока виповненість свідчить про сприятливі умови вирощування та ефективні агротехнічні заходи. Фактори, що впливають на виповненість, включають забезпечення рослин необхідними елементами живлення, оптимальні строки сівби та захист від шкідників і хвороб. Застосування біологічно активних препаратів сприяє зменшенню пустозерності та підвищенню виповненості насіння. Обробка насіння

препаратом Мікофренд зменшувала пустозерність у кошиках, що свідчить про покращення виповненості насіння. Дослідженнями визначено, що застосування позакоренових підживлень позитивно впливає на виповненість кошика та, відповідно, на врожайність [8, 14, 34, 151, 153].

Покращення ґрунтових умов завдяки застосуванню біодеструкторів може сприяти зменшенню пустозерності та підвищенню виповненості насіння. Зокрема, обробка посівів препаратом Органік-баланс стримувала розвиток склеротиніозу кошиків, зменшуючи ураження від 64,2% у контролі до 45–57% [75]. Зниження рівня захворюваності може позитивно впливати на виповненість насіння, хоча конкретні кількісні показники потребують уточнення.

Маса 1000 зерен соняшнику є важливим показником, що характеризує якість та продуктивність цієї культури. Вона відображає середню масу тисячі насіння і використовується для оцінки посівних якостей, планування норм висіву та прогнозування врожайності. На цей показник впливають генетичні особливості гібридів, агротехнічні умови вирощування, серед яких передпосівна обробка насіння, використання біодеструкторів, проведення позакоренового підживлення та фактори навколишнього середовища.

Визначення маси 1000 зерен регламентується стандартом ГОСТ 10842-89 (Зі зміною № 1). Згідно з цим стандартом, для проведення аналізу необхідно відібрати середню пробу насіння, очистити її від домішок та випадковим чином відрахувати 1000 цілих зерен. Відібрані зерна зважують на лабораторних вагах з точністю до 0,01 г. Отримане значення маси є показником маси 1000 зерен для даної проби. Цей метод дозволяє отримати точні та відтворювані результати, що є основою для подальших агротехнічних розрахунків.

Різні гібриди соняшнику мають свої генетичні особливості, що впливають на масу 1000 зерен. Наприклад, середньостиглий гібрид MAS 85.SU характеризується масою 1000 зерен у межах 52–58 г, тоді як у гібрида MAS 93.CP цей показник становить 60–65 г. Ці відмінності обумовлені генетичними

факторами та впливають на вибір гібриду залежно від агрокліматичних умов та бажаних показників врожайності.

Передпосівна обробка насіння є важливим етапом у технології вирощування соняшнику, спрямованим на підвищення схожості, енергії проростання та стійкості рослин до стресових факторів. Використання препарату Мікофренд забезпечувало масу 1000 насінин на рівні 59,9 г. Дослідження [34] показують, що застосування мікродобрив для обробки насіння позитивно впливає на масу 1000 зерен. Зокрема, обробка насіння мікроелементами забезпечила підвищення маси 1000 зерен на 0,8–1,0 г або 2,0–2,5%. Це свідчить про покращення якісних показників насіння та загальної продуктивності культури.

Інші дослідження [127] підтверджують, що передпосівна обробка насіння сприяє збільшенню маси 1000 насінин соняшнику, що є одним з головних показників якості насіння. Це обумовлено покращенням запасу поживних речовин у насінні та загальним підвищенням життєздатності рослин.

Біодеструктори стерні є біологічними препаратами, що сприяють розкладанню рослинних решток у ґрунті, покращуючи його структуру та підвищуючи доступність поживних речовин для наступних культур. Їх застосування може впливати на різні морфологічні та фізіологічні показники соняшнику, зокрема на діаметр кошика, що є важливим параметром для формування врожайності.

Досліджень щодо впливу біодеструкторів стерні на діаметр кошика соняшнику є зовсім не достатньо. Однак, існують роботи, які вивчають вплив біологічних препаратів на морфологічні показники соняшнику. Наприклад, у дослідженні [47] зазначається, що біологічні препарати, зокрема гумат калію, сприяють збільшенню розміру кошика соняшнику. Це відбувається завдяки зміні пропорцій у співвідношенні вегетативних і репродуктивних органів на користь останніх, що позитивно впливає на врожайність культури.

Крім того, дослідженнями визначено, що застосування стимуляторів росту може впливати на біометричні показники соняшнику, включаючи діаметр кошика. Зокрема, в одному з досліджень було виявлено, що застосування певних стимуляторів росту призводило до збільшення діаметра кошика на 1,0–8,0% порівняно з контролем, що сприяло зростанню кількості насінин у кошику та підвищенню врожайності [156].

В іншому дослідженні, проведеному в Північному Степу України, було встановлено, що стимулятори росту позитивно впливають на біометричні показники соняшнику, включаючи діаметр кошика, кількість насінин у кошику та масу 1000 насінин. Це свідчить про потенціал біологічних препаратів у покращенні морфологічних характеристик соняшнику [155].

Біодеструктори - це препарати, що містять спеціальні мікроорганізми або ферменти, які сприяють розкладанню рослинних решток у ґрунті. Їх застосування покращує структуру ґрунту, підвищує його родючість та забезпечує рослини необхідними поживними речовинами. Хоча безпосередній вплив біодеструкторів на масу 1000 зерен соняшнику досліджений недостатньо, опосередкований ефект через покращення ґрунтових умов може бути значним. Зокрема, поліпшення мінералізації органічних речовин та підвищення доступності елементів живлення сприяють кращому розвитку рослин та формуванню більшої маси насіння.

Позакореневе підживлення передбачає внесення добрив безпосередньо на листову поверхню рослин. Цей метод дозволяє швидко забезпечити рослини необхідними елементами живлення у критичні фази розвитку. Дослідження показують, що застосування позакоренових підживлень позитивно впливає на структурні показники врожаю та масу 1000 насінин соняшнику. Зокрема, на ділянках з одноразовим позакореновим підживленням зафіксовано приріст врожайності на 5,7–14,7% порівняно з контролем, а за дворазового - на 10,4–26,1%. Урожайність насіння у контролі становила 2,11 т/га [79].

Інші дослідження підтверджують, що позакореневе підживлення мікродобривами сприяє підвищенню маси 1000 зерен. Зокрема, допосівна обробка насіння мікроелементами збільшила масу 1000 зерен на 0,8–1,0 г або 2,0–2,5%, а поєднання з позакореневим підживленням призвело до збільшення цього показника на 1,8–3,3 г або 4,4–8,1% [34].

Маса 1000 зерен соняшнику є важливим показником, що відображає якість та продуктивність культури. Передпосівна обробка насіння, використання біодеструкторів та проведення позакореневого підживлення є ефективними агротехнічними заходами, що сприяють підвищенню цього показника. Передпосівна обробка насіння мікродобривами покращує схожість та енергію проростання, що позитивно впливає на масу насіння. Використання біодеструкторів покращує ґрунтові умови, забезпечуючи рослини необхідними поживними речовинами. Позакореневе підживлення дозволяє оперативно компенсувати дефіцит елементів живлення у критичні фази розвитку, що сприяє формуванню повноцінних та виповнених зерен. Комплексне застосування цих заходів дозволяє оптимізувати технологію вирощування соняшнику та досягти високих показників врожайності та якості насіння.

Показники продуктивності соняшнику, такі як діаметр кошика, кількість та маса насіння з кошика, маса 1000 зерен та виповненість насіння, є важливими для оцінки потенціалу врожайності та якості продукції. Оптимізація агротехнічних заходів, включаючи обробку насіння, застосування добрив, проведення позакорневих підживлень, застосування біодеструкторів та добір відповідних гібридів, дозволяє покращити ці показники та досягти високих результатів у вирощуванні соняшнику. Розуміння та контроль цих факторів дозволяє оптимізувати технологію вирощування соняшнику, підвищити його врожайність та забезпечити високу якість насіння.

Біодеструктори стерні сприяють швидшому розкладанню рослинних решток, що призводить до підвищення вмісту органічної речовини в ґрунті. Це покращує його структуру, водоутримуючу здатність та забезпечує рослини

необхідними поживними речовинами. Як наслідок, покращується ріст і розвиток рослин, що може призводити до збільшення діаметра кошика соняшнику.

Хоча прямих досліджень щодо впливу біодеструкторів стерні на діаметр кошика соняшнику поки що не достатньо, існуючі дані про вплив біологічних препаратів та стимуляторів росту свідчать про їх позитивний ефект на цей показник. Збільшення діаметра кошика сприяє підвищенню кількості насінин та загальної врожайності культури. Необхідні подальші дослідження для більш детального вивчення впливу біодеструкторів стерні на морфологічні показники соняшнику.

Таблиця 5.2

**Діаметр кошика та інші елементи структури врожаю соняшнику
за впливу досліджуваних факторів (середнє за 2022-2024 рр.)**

Варіант досліджу	Діаметр кошика, см	Кошиків, шт/м ²	Насінин у кошику, шт	Маса, г	
				Насіння з 1 кошика	1000 насінин
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс	16,7	4,2	745	41,8	55,9
Екостерн класік + N ₅ + граундфікс	17,4	4,6	756	42,3	56,8
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс	17,3	4,6	742	42,0	56,1
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс	17,3	4,6	744	42,1	55,8
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	18,4	4,6	857	48,9	56,2
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	19,1	4,2	882	49,6	57,4
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	18,9	4,5	872	49,2	57,0
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	19,0	4,4	874	49,3	57,1

У контрольному варіанті (без препарату + N₅ + Граундфікс) було визначено мінімальний діаметр кошика – 16,7 см, що свідчить про нижчий рівень розвитку генеративних органів без додаткового застосування біопрепаратів (табл. 5.2).

Варіанти із застосуванням біодеструкторів стерні (без підживлення Стоп стресом) дозволяють стверджувати, що застосування біодеструкторів сприяє збільшенню діаметра кошика, однак без суттєвих відмінностей між різними типами препаратів. Екостерн класік + N₅ + Граундфікс: 17,4 см (+0,7 см до контролю). Екостерн лайт + N₅ + граундфікс: 17,3 см (+0,6 см). Екостерн бактеріальний + N₅ + Граундфікс: 17,3 см (+0,6 см).

Поєднання застосування біодеструкторів із проведенням позакореневого підживлення антистресовим препаратом сприяє максимальному збільшенню діаметра кошика, що свідчить про покращення фізіологічного стану рослин та зростання їх продуктивності.

У контрольному варіанті із проведенням позакореневого підживлення антистресовим препаратом (Стоп стрес) діаметр кошика зріс до 18,4 см, що є значним покращенням порівняно з контролем без Стоп стресу (+1,7 см). Варіанти із застосуванням біодеструкторів стерні та Стоп стресу: Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес: 19,1 см (+2,4 см до контролю), Екостерн лайт + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес: 18,9 см (+2,2 см), Екостерн бактеріальний + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес: 19,0 см (+2,3 см).

Застосування біодеструкторів стерні позитивно впливає на діаметр кошика, проте найбільший ефект досягається за додаткового проведення позакореневого підживлення антистресовим препаратом Стоп стрес.

Найбільший діаметр кошика (19,1 см) визначено у варіанті Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес, що на 2,4 см більше, ніж у контрольному варіанті.

Дані підтверджують доцільність використання біодеструкторів стерні в комплексі з проведенням позакореневого підживлення антистресовим препаратом для підвищення продуктивності соняшнику.

У контролі визначено 4,2 шт/м² кошиків, що є найнижчим показником серед усіх варіантів. У кошику сформовано 745 шт насінин, що свідчить про нижчу генеративну продуктивність без застосування біодеструкторів та підживлення.

Біодеструктори стерні сприяють незначному збільшенню кількості кошиків (до 4,6 шт/м²), проте вплив на кількість насінин у кошику залежить від застосованого препарату.

Найкращі результати щодо кількості насінин у кошику отримані у варіантах із поєднанням застосування біодеструкторів та проведенням позакореневого підживлення антистресовим препаратом, що свідчить про покращення умов росту та розвитку рослин.

Максимальну кількість насінин у кошику (882 шт) визначено у варіанті поєднання застосування біодеструктора Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес, що на 137 шт більше, ніж у контрольному варіанті.

Використання біодеструкторів сприяє збільшенню маси насіння з кошика на 0,2–0,5 г, але без підживлення антистресовим препаратом ефект незначний (рис. 5.3).

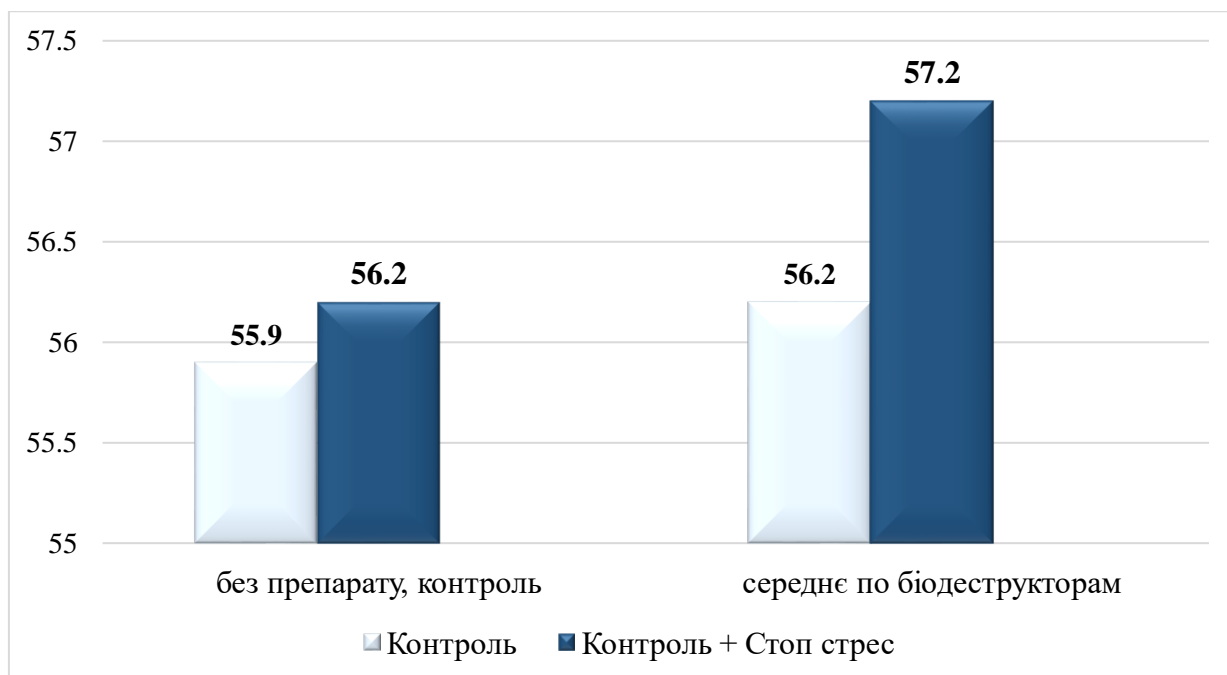


Рис. 5.3. Маса 1000 насінин соняшнику в середньому по біодеструкторам та Стоп стрес (середнє за 2022-2024 рр.), г

Позакореневе підживлення Стоп стресом суттєво покращує показники, зокрема, масу насіння з кошика (до 49,6 г) та масу 1000 насінин (до 57,4 г).

Найбільш оптимальний результат отримано у варіанті поєднання Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес, що засвідчує можливість отримання найвищої продуктивності.

5.3. Показники якості насіння соняшнику залежно від інокуляції насіння, внесення деструкторів стерні та позакореневого підживлення рослин

Результати досліджень [182] свідчать, що застосування мікродобрих, зокрема препаратів на основі хелатованих форм заліза, цинку та марганцю, здатне підвищувати рівень фотосинтетичних процесів і впливати на якісний склад насіння соняшнику. За умови передпосівної обробки насіння в поєднанні з позакореневим підживленням відзначається збільшення вмісту сирого жиру та білка, що підтверджується даними хімічного аналізу насіння. Крім того, покращуються показники схожості та початкового росту рослин.

Подібних висновків дійшли інші дослідники [235], які підкреслюють важливість нормування доз хелатованих мікроелементів для досягнення оптимального балансу між вмістом жирів і білків у насінні. Надмірне внесення мікродобрих може призвести до дисбалансу поживних речовин і певного зниження показника вмісту жиру.

Останнім часом активно досліджується застосування біологічних препаратів, зокрема біодеструкторів стерні, що розкладають рослинні рештки та покращують родючість ґрунту завдяки вивільненню доступних форм елементів живлення [229]. Часто біодеструктори містять також мікроорганізми, здатні колонізувати кореневу систему й стимулювати її розвиток (біопрепарати PGPR – Plant Growth Promoting Rhizobacteria). Завдяки цьому покращуються умови живлення, що прямо та опосередковано може впливати на накопичення сирого жиру в насінні.

Деякі роботи [222] інформують, що застосування біодеструктора спільно з мікродобривами для передпосівної обробки насіння може покращувати показник сирого жиру на 2–5% порівняно з контролем. Такий комплексний підхід забезпечує кращу доступність елементів живлення та більш регульований ріст рослин.

При інтегрованому використанні спеціалізованих мікродобрив і біопрепаратів (біодеструкторів) у системі удобрення соняшнику досягається синергетичний ефект [242]. Завдяки покращенню структури ґрунту, розвитку кореневої системи та збалансованому надходженню мікроелементів у рослину збільшується синтез жирних кислот у насінні, що в підсумку призводить до підвищення вмісту сирого жиру.

У працях [218] відзначається також підвищення олійності насіння при підтвердженому пришвидшенні розкладу рослинних решток, що важливо для зниження фітотоксичності ґрунту та кращого використання елементів живлення. При цьому ефективність обробки насіння зростає за умов оптимальної вологості ґрунту і достатньої кількості доступних макроелементів (N, P, K).

Отже передпосівна обробка насіння соняшнику мікродобривами в поєднанні з біодеструкторами позитивно впливає на вміст сирого жиру та якісні показники насіння. Комплексна дія мікродобрив (через покращення мінерального живлення) і біодеструкторів (через активізацію мікробіологічних процесів у ґрунті та оптимізацію доступності елементів живлення) забезпечує підвищення врожайності, поліпшення фізіологічного стану рослин і якості кінцевого продукту. Подальша розробка методів інтегрованого застосування цих препаратів може стати важливим елементом у збалансованій технології вирощування соняшнику з урахуванням сучасних вимог до сталого землеробства.

У наших дослідженнях у зерні контрольного варіанту без внесення біодеструкторів (але з N₅ і Граундфікс) середній вміст сирого жиру коливався в межах 44,1–44,3% (табл. 5.3). При застосуванні різних форм Екостерну

середній показник за три роки підвищувався на 0,5–1,0 відсоткових пункта порівняно з контролем. Проведення позакореневого підживлення антистресантом Стоп стрес сприяло ще більшому підвищенню вмісту сирого жиру у всіх досліджуваних варіантах. Найбільші показники його вмісту (понад 45,0%) визначені у варіантах з Екостерн класік + Стоп стрес та Екостерн бактеріальний + Стоп стрес [20, 25].

Таблиця 5.3

**Вплив досліджуваних факторів на вміст сирого жиру в насінні
соняшнику у роки вирощування, % [19]**

Варіант досліджу		Обробка насіння водою				Обробка насіння Мікофрендом			
		2022	2023	2024	2022-2024	2022	2023	2024	2022-2024
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс		44,6	44,4	43,3	44,1	44,8	44,5	43,5	44,3
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс		45,7	45,3	44,0	45,0	45,8	45,4	44,2	45,1
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс		45,2	45,0	43,8	44,7	45,4	45,2	44,0	44,9
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс		45,2	45,1	43,9	44,7	45,3	45,2	44,1	44,9
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес		45,4	44,7	43,8	44,6	45,6	44,9	44,0	44,8
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес		46,2	45,9	44,2	45,4	46,4	46,1	44,4	45,6
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес		45,6	45,5	44,3	45,1	45,8	45,7	44,5	45,3
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес		46,0	45,5	44,4	45,3	46,1	45,7	44,6	45,5
НР ₀₅	по фактору А	0,8	0,7	0,8					
	по фактору В	0,7	0,7	0,8					
	по фактору АВ	0,9	1,0	0,9					

У більшості варіантів застосування Мікофренду забезпечувало дещо вищі (на 0,1–0,3 в. п.) показники вмісту жиру порівняно з аналогічними варіантами, де насіння обробляли просто водою.

Ця перевага зберігається впродовж усіх років досліджень і свідчить про позитивну дію біопрепарату Мікофренд на накопичення жиру в насінні.

Максимальні середні значення за три роки (на рівні 45,4–45,6% сирого жиру) забезпечили варіанти Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес та Екостерн бактеріальний + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес при обробці насіння препаратом Мікофренд. У цих же варіантах, але без підживлення Стоп стресом, показник вмісту жиру визначений дещо нижчим (у середньому на 0,3–0,4 в. п.).

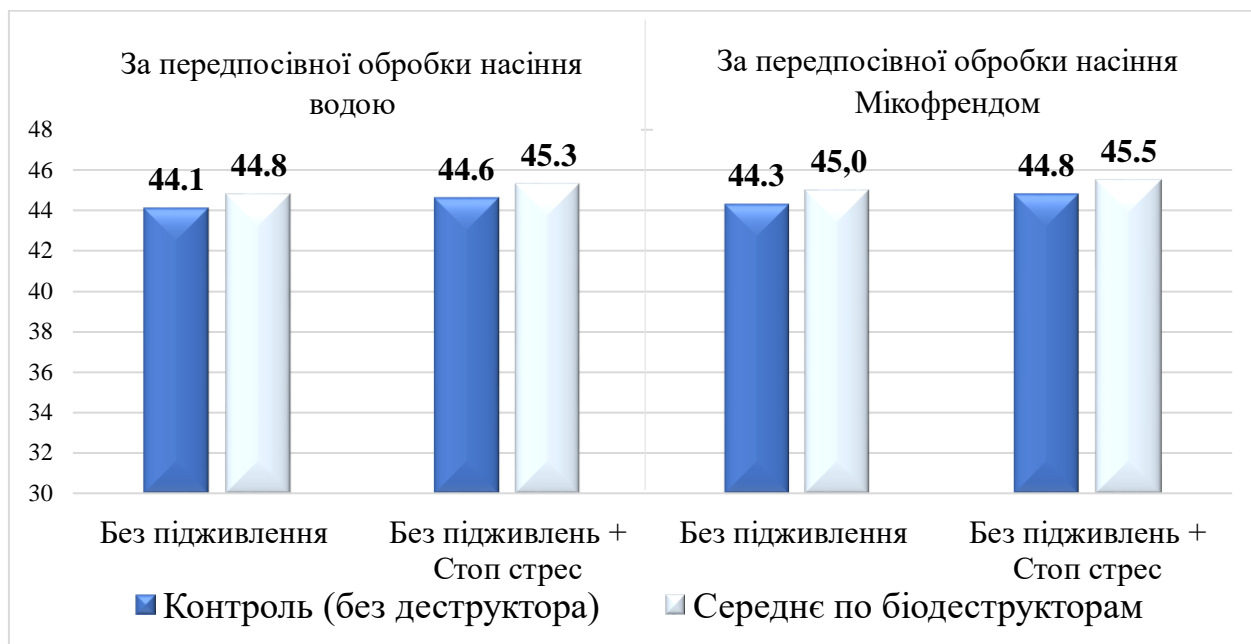


Рис. 5.4. Вплив передпосівної обробки, біодеструкторів та позакореневого підживлення на вміст жиру в насінні соняшнику (середнє за 2022-2024 рр.), % [25]

Усі досліджувані біопрепарати (Екостерн у різних формах та Мікофренд) сприяють підвищенню вмісту сирого жиру в насінні порівняно з контролем. Виразніший ефект спостерігається за комплексного застосування Стоп стресу, що посилює позитивну дію основних препаратів. Найвищі значення вмісту

сирого жиру (на рівні 45,3–45,6%) визначили за поєднання Екостерн класік або Екостерн бактеріальний із Мікофрендом, Граундфіксом і Стоп стресом.

Спостерігається тенденція до підвищення вмісту жиру в насінні соняшнику при застосуванні позакореневого підживлення та біодеструкторів у порівнянні з контролем (рис. 5.4.).

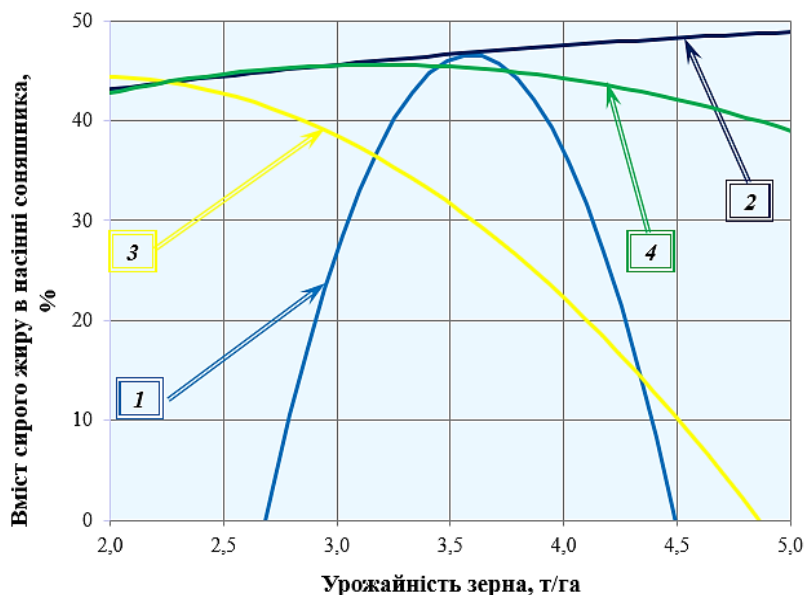


Рис. 5.5. Кореляційно-регресійна залежність між вмістом сирого жиру в насінні соняшнику та його урожайністю (за обробки насіння водою):

1. 2022 р. : $y = -56,947x^2 + 408,58x - 686,25$; $R^2 = 0,1743$
2. 2023 р. : $y = -0,274x^2 + 3,8309x + 36,589$; $R^2 = 0,6435$
3. 2024 р. : $y = -5,1839x^2 + 20,05x + 25,006$; $R^2 = 0,898$
4. 2022-2024 рр. : $y = -1,9908x^2 + 12,66x + 25,457$; $R^2 = 0,7287$

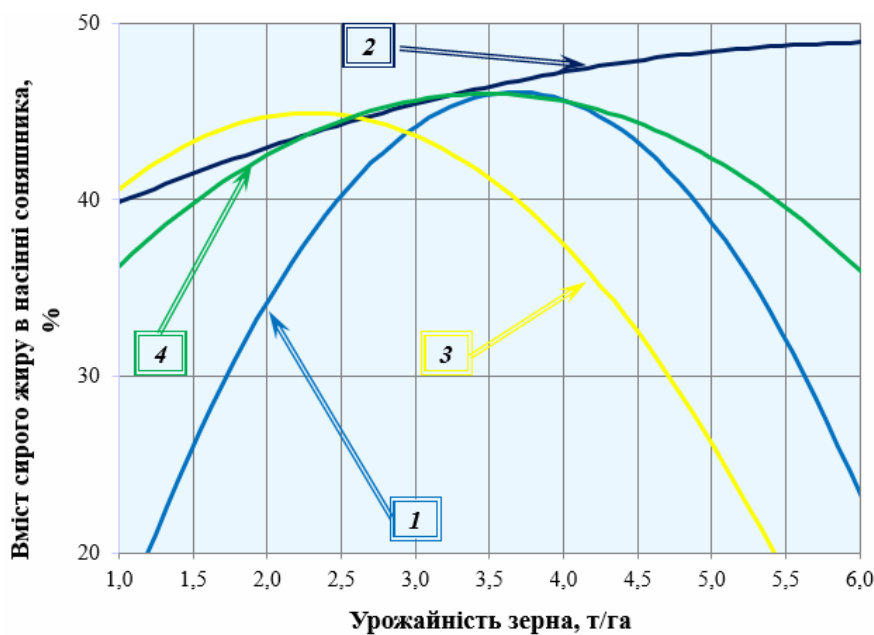


Рис. 5.6. Кореляційно-регресійна залежність між вмістом сирого жиру в насінні соняшнику та його урожайністю (за обробки насіння Мікофрендом)

1. 2022 р. : $y = -4,2238x^2 + 31,071x - 11,054$; $R^2 = 0,7227$ (сильний)
2. 2023 р. : $y = -0,3243x^2 + 4,0769x + 36,119$; $R^2 = 0,6795$ (значний)
3. 2024 р.: $y = -2,5604x^2 + 11,717x + 31,306$; $R^2 = 0,9019$ (дуже сильний)
4. 2022-2024 рр. : $y = -1,5746x^2 + 10,933x + 27,009$; $R^2 = 0,769$ (сильний)

Таблиця 5.4

**Умовний вихід (збір) олії за впливу досліджуваних елементів
технології, т/га**

Варіант досліджу	Обробка насіння водою				Обробка насіння Мікофрендом			
	2022	2023	2024	2022-2024	2022	2023	2024	2022-2024
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс	1,38	1,13	0,64	1,05	1,42	1,18	0,67	1,09
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс	1,47	1,23	0,71	1,14	1,51	1,28	0,76	1,18
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс	1,41	1,19	0,70	1,10	1,47	1,27	0,75	1,16
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс	1,41	1,26	0,70	1,12	1,48	1,32	0,75	1,18
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	1,56	1,26	0,73	1,18	1,61	1,34	0,77	1,24
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	1,64	1,37	0,80	1,27	1,70	1,45	0,84	1,33
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	1,58	1,33	0,79	1,23	1,64	1,43	0,83	1,30
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	1,60	1,37	0,79	1,25	1,63	1,46	0,84	1,30

Ми побудували кореляційно-регресійні моделі для варіанта з обробкою насіння водою (рис. 5.5) та для варіанта з обробкою насіння препаратом Мікофренд (рис. 5.6), які відображають взаємозв'язок між урожайністю насіння та вмістом сирого жиру в насінні соняшнику. За умови обробки насіння

водою у 2022 р. встановлено слабкий зв'язок, тоді як у 2023 р. він стає значним, а у 2024 р. та загалом за роки спостережень – сильним (за шкалою Чедока), що підтверджує відповідний коефіцієнт кореляції (R). Для варіанта з обробкою насіння препаратом Мікофренд у 2022 р. й загалом за результатами досліджень визначено сильний зв'язок, у 2023 р. – значний, а у 2024 р. – дуже сильний.

Застосування підживлення Стоп стресом (у поєднанні з іншими компонентами) підвищувало умовний вихід олії порівняно з такими ж варіантами без підживлення (табл. 5.4). Екостерн класік і Екостерн лайт загалом забезпечили вищий умовний збір олії, ніж контроль без препаратів. Поєднання біодеструкторів, антистресового препарату (Стоп стрес) та передпосівної обробки насіння Мікофрендом дає змогу досягти максимального умовного виходу олії 1,31 т/га, порівняно з іншими варіантами досліджу (рис. 5.7).

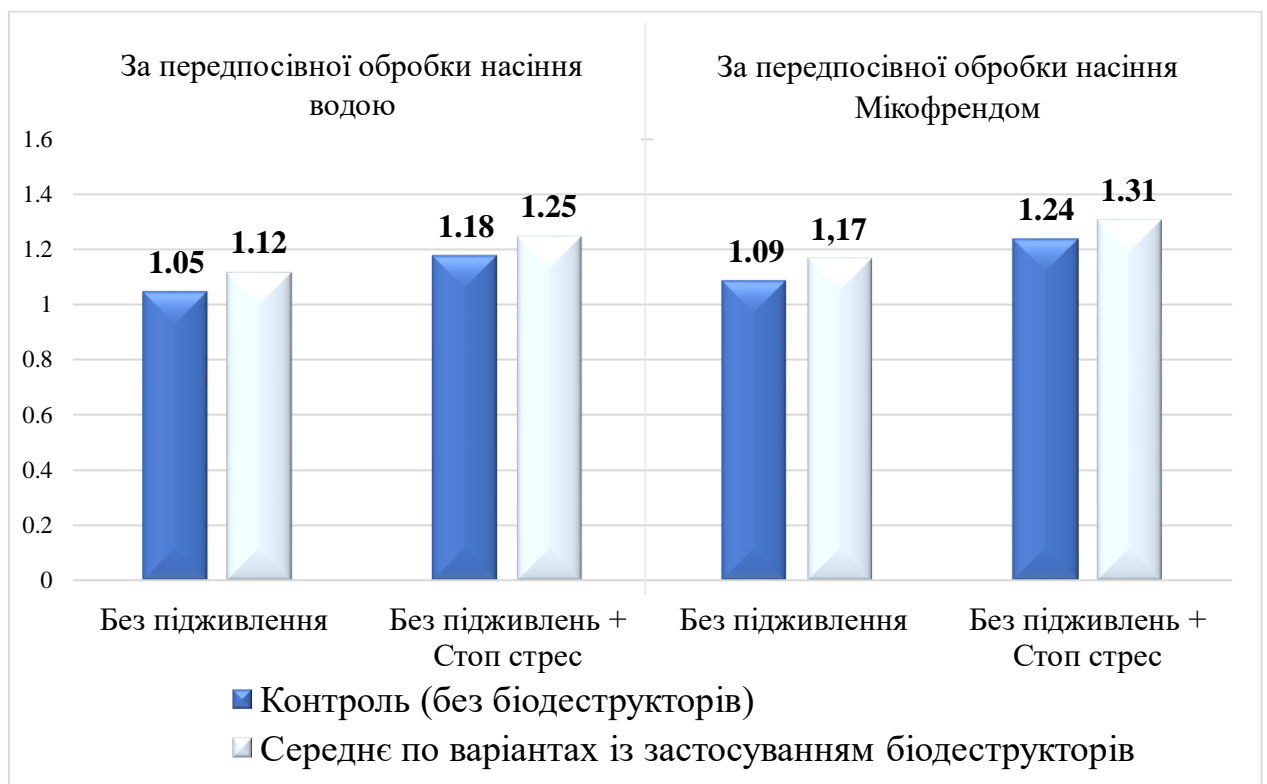


Рис. 5.7. Вплив досліджуваних факторів на показник умовного виходу олії (середнє за 2022-2024 рр.), т/га [25].

Найбільш показовими в контексті зростання виходу олії визначено варіанти Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес та Екостерн

бактеріальний + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес із обробкою насіння перед сівбою Мікофрендом.

Таким чином, встановлено позитивний вплив комплексного застосування біодеструкторів, додаткових елементів живлення (N₅, Граундфікс) та проведення позакореневого підживлення антистресовим препаратом на збільшення умовного виходу олії з одиниці посіву соняшнику, що може бути корисним для оптимізації елементів технології вирощування цієї культури.

Лушпинність насіння соняшнику (іноді його називають «лушпинням» або «шкарлупою») утворюється як побічний продукт переробки соняшнику під час виробництва рослинної олії чи кондитерської продукції. За різними оцінками, на частку лушпиння припадає близько 18–25% від загальної маси насіння. Така велика кількість відходу спонукає науковців та представників промисловості шукати нові способи його раціональної утилізації та зменшення негативного впливу на довкілля [88].

До складу лушпиння соняшнику входять целюлоза, геміцелюлози, лігнін, білки, воски, мінеральні речовини та інші органічні сполуки. Відсотковий вміст кожного компонента може змінюватися залежно від сорту рослини, умов вирощування та способу первинної обробки насіння [48]. Загалом:

Целюлоза й геміцелюлози забезпечують механічну міцність лушпиння та є цінною сировиною для отримання нанокристалів целюлози чи біополімерів.

Лігнін виступає природним «склеювальним» компонентом та може бути використаний у виробництві адгезивів, плівок чи добавок до палива.

Зольність (вміст неорганічних речовин) у лушпинні зазвичай невисока (близько 1–3%), хоча конкретні цифри варіюють залежно від сорту

Ці складові обумовлюють потенціал лушпиння для енергетичного використання, виготовлення кормових добавок, біологічно активних речовин тощо.

Лушпиння можна використовувати як біомасу для спалювання з метою виробництва теплової енергії чи електроенергії. Завдяки високій теплотворній здатності (в середньому 15–18 МДж/кг) та великому обсягу вторинних ресурсів воно є привабливим альтернативним джерелом енергії на олієпереробних заводах [100].

Пресування подрібненого лушпиння дозволяє отримувати біопаливо з високим рівнем енергетичної щільності. Такі пелети застосовують для опалення промислових і житлових приміщень, що знижує залежність від викопних джерел палива [211].

Завдяки наявності клітковини та інших поживних речовин лушпиння в невеликих концентраціях додають до кормів для тварин з метою збагачення раціону або здешевлення кінцевого продукту (хоча надто висока частка лушпиння може негативно впливати на якість і перетравність корму) [170].

Завдяки наявності целюлози й лігніну лушпиння соняшнику розглядається як сировина для виробництва нанокристалічної целюлози,

полімерних плівок, клею та біорозкладних композитів. Дослідження показують, що модифіковані целюлозними чи лігнінними домішками полімери можуть мати кращі фізико-механічні властивості та підвищену термостійкість [198].

З лушпиння виготовляють активоване вугілля чи більш прості адсорбційні матеріали, здатні ефективно поглинати барвники, важкі метали з води та інших рідин. Такий напрям дозволяє створювати недорогі та екологічно безпечні фільтри для очистки стічних вод і промислових викидів [174].

У лушпинні міститься певна кількість фенольних сполук, флавоноїдів та інших компонентів, які можуть виявляти антиоксидантні властивості. Витяг цих речовин здійснюється за допомогою екстракційних методів (органічні розчинники, надкритичний CO_2), а отримані екстракти можуть знаходити застосування в харчовій і фармацевтичній галузях [262]. Накопичення великих обсягів лушпиння може призвести до небажаного забруднення навколишнього середовища. Традиційне захоронення на полігонах спричиняє утворення парникових газів у результаті гниття та виділення шкідливих речовин у ґрунт і воду. Тому науковці заявляють про важливість замкнутих циклів використання побічних продуктів, аби зменшити негативний вплив на екологію та створити додаткову економічну вартість [265].

Лушпиння насіння соняшнику є багатим на органічні компоненти і пропонує широкий спектр можливостей для раціонального використання в енергетиці, тваринництві, виробництві біоматеріалів, адсорбентів та кормових добавок. Останні дослідження все більше спрямовані на розробку інноваційних технологій, що дозволяють отримувати з лушпиння цінні компоненти, такі як нанокристалічна целюлоза, лігнінові смоли та біологічно активні речовини. При цьому важливо враховувати не лише техніко-економічні, а й екологічні аспекти, стимулюючи розвиток циркулярної економіки та зменшення обсягів відходів.

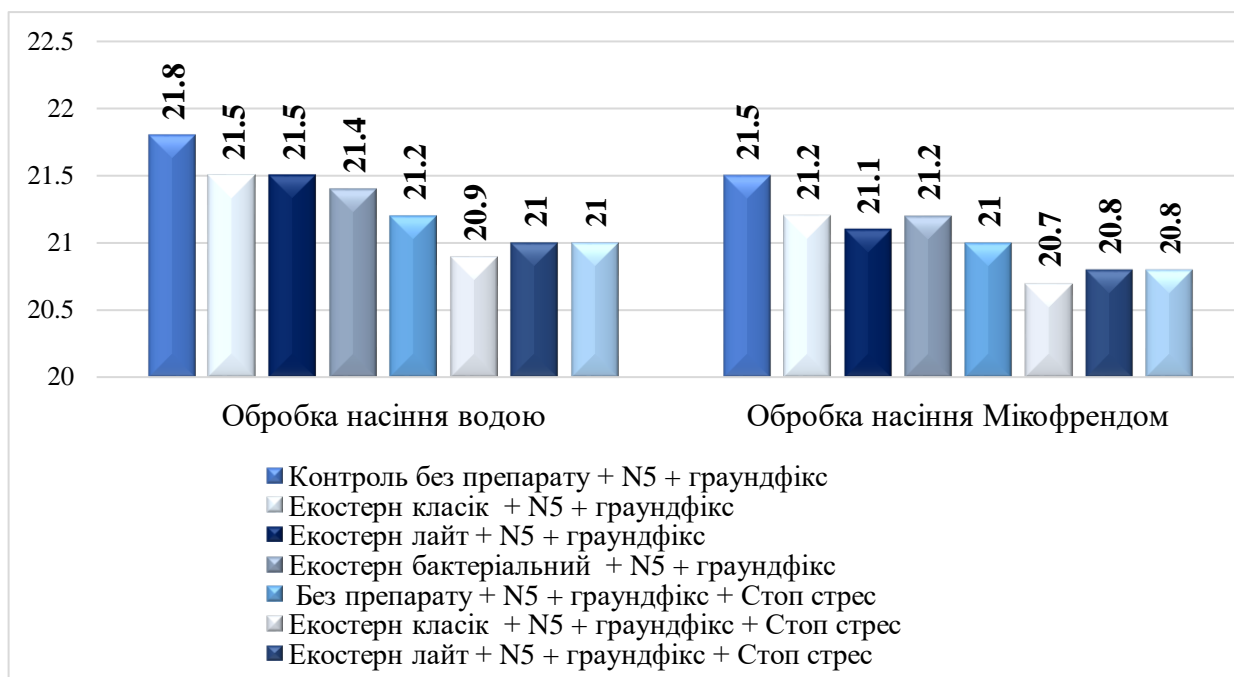


Рис. 5.9. Вплив досліджуваних елементів технології на лушпинність насіння (середнє за 2022-2024 рр.),%

Найвищий показник лушпинності насіння соняшнику 21,8% визначено у контрольному варіанті за обробки насіння водою (рис. 5.9).

Найнижчий рівень лушпинності насіння соняшнику близько 20,8% визначено у варіантах з застосуванням Екостерн у поєднанні з проведенням позакореневого підживлення Стоп стресом за обробки насіння Мікофрендом.

За обробки насіння водою показники лушпинності насіння були дещо вищими у межах 21,1–21,8% порівняно з обробкою насіння Мікофрендом, де вони склали 20,8–21,5%.

Поєднання застосування біодеструкторів із підживленням антистресовим препаратом Стоп стрес додатково знижувало лушпинність насіння до 20,8%. В цілому, застосування біодеструкторів, особливо у поєднанні з Стоп стрес та обробкою насіння Мікофрендом, зменшує відсоток лушпинності, що може позитивно позначитися на виході олії та економічній ефективності переробки насіння.

Нижчий відсоток лушпинності насіння свідчить про вищий вихід ядра з одиниці маси насіння, що може бути вигідним для олійно-жирової промисловості. Натомість вищий відсоток лушпинності часто корелює з

більшою міцністю насіння та захистом ядра, але знижує фактичний вихід олії. Ми побудували кореляційно-регресійну модель (рис. 5.10) між лушпинністю насіння та урожайністю насіння соняшнику, яка свідчить про дуже сильний зв'язок, що підтверджує коефіцієнт детермінації $R^2=0,9518$.

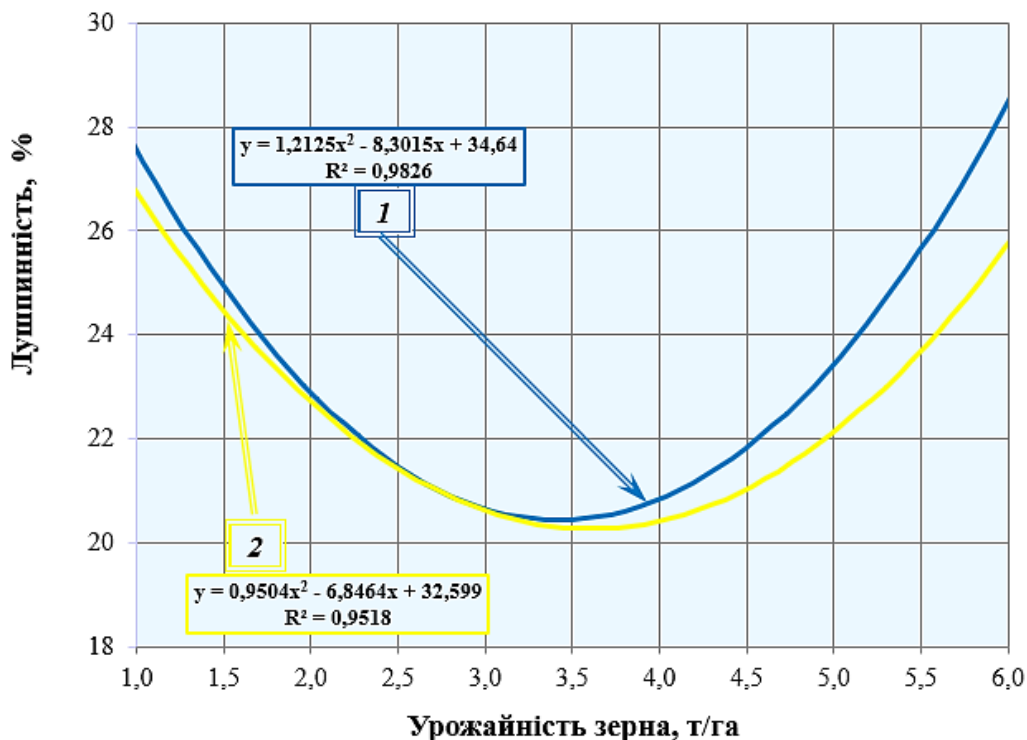


Рис. 5.10. Кореляційно-регресійна модель між лушпинністю насіння та урожайністю соняшнику (середнє за 2022-2024 рр.):

- 1- Обробка насіння водою
- 2- Обробка насіння Мікофрендом

Висновки до розділу 5:

1. Комплексне застосування передпосівної обробки насіння біопрепаратом Мікофренд, деструкторів стерні (особливо Екостерн класік і бактеріальний) та позакореневого підживлення антистресовим препаратом Стоп стрес суттєво підвищує врожайність соняшнику. Найвищі показники урожайності (до 2,89 т/га) отримані саме за такого поєднання технологічних заходів. Мікофренд стабільно забезпечує приріст урожаю порівняно з обробкою насіння водою. Використання біологізованих елементів технології сприяє не лише підвищенню продуктивності, а й збереженню родючості

ґрунтів, що є особливо важливим за вирощування соняшнику після пшениці озимої в умовах кліматичних змін.

2. Застосування біодеструкторів стерні у поєднанні з антистресовим препаратом Стоп стрес для підживлення позитивно впливає на формування генеративних органів соняшнику, зокрема на діаметр кошика, кількість насінин у кошику, їх масу та масу 1000 насінин. Найкращі результати отримано у варіанті з Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес, де визначено максимальні показники діаметра кошика (19,1 см), кількості насінин (882 шт) та маси насіння з кошика (49,6 г). Це свідчить про підвищення фізіологічної активності рослин і підтверджує ефективність комплексного застосування біодеструкторів у технології вирощування соняшнику.

3. Комплексне застосування біодеструкторів стерні (особливо Екостерн класік та бактеріальний), антистресового препарату Стоп стрес для підживлення, добрива N₅, Граундфіксу та передпосівної обробки насіння біопрепаратом Мікофренд сприяє підвищенню вмісту сирого жиру в насінні соняшнику (до 45,6%), умовного виходу олії (до 1,31 т/га), а також зменшенню лушпинності насіння (до 20,8%). Кореляційно-регресійні моделі підтверджують тісний зв'язок між урожайністю, вмістом жиру, виходом олії та лушпинністю насіння.

Публікації за розділом 5:

1. Гамаюнова В.В., Павлов В.О., Бакланова Т.В. Якість зерна соняшнику залежно від застосування біодеструкторів у контексті кліматичних змін та збереження родючості ґрунтів. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату», присвяченої до 130-річчя заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, смт

Хлібодарське, 28 березня 2025 року. Одеса: Одеська ДСДС ІКОСГ НААН, 2025. С.112-115.

2. Гамаюнова В.В., Павлов В.О. Роль біодеструкторів, передпосівної обробки насіння та оптимізації мінерального живлення у формуванні врожайності соняшнику. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 29-34. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.5>

3. Гамаюнова В. В., Павлов В. О., Бакланова Т. В. Роль біодеструкторів і живлення у формуванні врожаю зерна соняшнику та впливі на ґрунтову мікробіоту. Інноваційні технології в рослинництві та землеробстві : зб. праць учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. (3–4 квіт. 2025 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2025. с 78-85.

4. Гамаюнова В. В., **Павлов В. О.** Вміст жиру в насінні соняшнику за комплексного впливу біодеструкторів стерні, позакореневого підживлення та передпосівної обробки насіння. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2025, № 38:70–79. DOI: 10.36710/ІОС-2025-38-07

РОЗДІЛ 6

ВПЛИВ ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ НА ЕКОНОМІЧНУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ

Визначення економічної ефективності у сільському господарстві, зокрема у вирощуванні соняшнику, є головним фактором оцінки доцільності впровадження агротехнічних заходів, інновацій та інвестицій.

Аналіз економічної ефективності дозволяє фермерам оцінити, наскільки вигідним є вирощування конкретної культури, зокрема соняшнику. Це включає облік витрат на насіння, добрива, засоби захисту рослин, механізацію та інші ресурси. Визначення співвідношення витрат і отриманого прибутку допомагає оптимізувати виробничий процес та підвищити рентабельність.

Економічна ефективність у поєднанні з екологічною оцінкою дозволяє визначити, чи може виробництво бути стійким у довгостроковій перспективі. Наприклад, використання біодеструкторів сприяє поліпшенню ґрунтових властивостей, що зменшує потребу у хімічних добривах і знижує негативний вплив на навколишнє середовище.

Соняшник є однією з основних олійних культур у світі. Висока рентабельність його вирощування забезпечує стабільний прибуток для фермерів. Водночас аналіз ефективності дозволяє враховувати вплив культури на стан ґрунту та ефективність сівозміни.

Економічна ефективність дозволяє враховувати зміну цін на продукцію, попит на ринку, а також коливання вартості ресурсів, які впливають на кінцевий фінансовий результат.

У сучасних умовах аграрного ринку визначення економічної ефективності вирощування соняшнику дозволяє підприємствам залишатися конкурентоспроможними, скорочуючи невиправдані витрати та вдосконалюючи технологічні процеси.

Економічна ефективність – є основою для оцінки результативності вирощування сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику. Це допомагає забезпечити максимальний прибуток при мінімальних витратах, підтримати екологічну стійкість та забезпечити ефективне управління ресурсами.

Для соняшнику, як стратегічної культури в багатьох країнах, важливо оцінювати ефективність різних технологій, зокрема застосування біодеструкторів стерні. Економічна ефективність показує, чи доцільно використовувати нові технології, чи вони забезпечують приріст урожайності та покращення якості продукції без значного зростання витрат [125, 136].

За даними Іваненка С.Г. (2022) [69], передпосівна обробка насіння мікродобривами (зокрема борвмісними препаратами та хелатами цинку) сприяла підвищенню врожайності на 0,3–0,5 т/га, що дозволило збільшити чистий прибуток у середньому на 2000–2700 грн/га. Рівень рентабельності за таких умов складав 64–70%, тоді як у контролі він становив лише 48%.

Застосування біодеструкторів стерні дозволяє підвищити ефективність використання поживних елементів у ґрунті, що сприяє зростанню врожайності. Дослідження вказують, що використання таких препаратів, як Екостерн і Граундфікс, забезпечує збільшення врожайності на 8–12% у порівнянні з традиційними методами утилізації рослинних решток [87].

Дослідження, проведене Домарацьким Є. та співавторами, показало, що застосування біологічних регуляторів росту сприяє збільшенню врожайності соняшнику та підвищенню рентабельності виробництва. Зокрема, при використанні біопрепаратів спостерігали зростання врожайності, що позитивно впливало на економічні показники господарств [56, 57].

Інше дослідження під керівництвом Ткачука О. виявило, що застосування біостимулюючих препаратів підвищує стійкість посівів соняшнику до шкідників та хвороб, що, в свою чергу, зменшує витрати на засоби захисту рослин та підвищує економічну ефективність виробництва [255].

Щодо мікродобрив, дослідженнями встановлено, що їх використання в інтенсивних технологіях вирощування соняшнику сприяє підвищенню врожайності та економічної ефективності. Зокрема, застосування мінеральних добрив у поєднанні з бором та біостимуляторами забезпечує високі економічні показники [167]

Таким чином, інтеграція біодеструкторів, мікродобрив та антистресових препаратів у технологію вирощування соняшнику сприяє підвищенню врожайності, зниженню витрат та збільшенню рентабельності виробництва.

Отже, впровадження інноваційних агротехнологій є доцільним з точки зору економіки аграрного виробництва.

Економічним аналізом обґрунтовано, що вартість валової продукції змінювалась пропорційно рівням урожайності насіння соняшнику й мінімального значення (29,6 тис. грн/га) сягнуло у контрольних варіантах факторів А і В (табл. 6.1). Застосування препарату Екостерн класік (1,5 л/га) сумісно з N₅, Граундфікс (3 л/га), Стоп стрес та обробка насіння препаратом Мікофренд (8 л/т) дозволили отримати максимальну величину вартості валової продукції – 36,1 тис. грн/га. Отже, різниця між цими діаметрально протилежними показниками дорівнювала 21,9%.

Виробничі витрати зростали у варіантах з внесенням агрохімікатів і біопрепаратів, а також збільшувались пропорційно зростанню врожайності насіння, оскільки включали додаткові витрати на збирання додаткового врожаю, його транспортування, досушування тощо. Найвищим цей показник на рівні 14,4 тис. грн/га визначено у варіантах із внесенням Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес за передпосівної обробки насіння Мікофрендом (12 варіант) та з застосуванням Екостерн бактеріальний 1,5 л/га + N₅ + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес (16 варіант). Виробничі витрати зменшилися на 13,5% й склали 12,7 тис. грн/га у контрольних варіантах факторів А і В.

Таблиця 6.1

**Економічна ефективність вирощування насіння соняшнику
залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2022-2024 рр.)**

Використання деструктора стерні та живлення (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Вартість валової продукції, тис. грн/га	виробничі витрати, тис. грн/га	собівартість 1 т, тис. грн	чистий прибуток, тис. грн/га	рівень рентабельності, %
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс	водою	29,6	12,7	5,4	16,9	132,6
	Мікофрендом	31,0	13,1	5,3	17,9	136,3
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс	водою	31,4	13,2	5,2	18,2	138,5
	Мікофрендом	32,8	14,2	5,4	18,6	130,7
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс	водою	30,8	13,3	5,4	17,5	131,4
	Мікофрендом	32,5	14,3	5,5	18,2	126,6
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс	водою	31,4	13,3	5,3	18,1	136,0
	Мікофрендом	32,9	14,3	5,5	18,5	129,2
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	водою	33,0	13,3	5,0	19,7	147,7
	Мікофрендом	34,5	14,4	5,2	20,1	140,1
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	водою	34,8	13,5	4,9	21,3	157,4
	Мікофрендом	36,1	14,4	5,0	21,7	150,9
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	водою	34,1	13,3	4,9	20,8	155,8
	Мікофрендом	35,8	14,3	5,0	21,5	150,0
Екостерн бактері- альний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	водою	34,5	13,6	4,9	20,9	153,7
	Мікофрендом	35,9	14,3	5,0	21,6	150,9

Мінімальну собівартість продукції одержано на рівні 4,9 тис. грн/т у трьох варіантах: за фактором А – Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес; Екостерн лайт + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес; Екостерн бактеріальний

+ N₅ + Граундфікс + Стоп стрес на фоні фактору В – обробки насіння чистою водою. Цей показник підвищився до 5,5 тис. грн/т у варіантах з внесенням Екостерн лайт + N₅ + Граундфікс та Екостерн бактеріальний + N₅ + Граундфікс на фоні обробки насіння Мікофрендом.

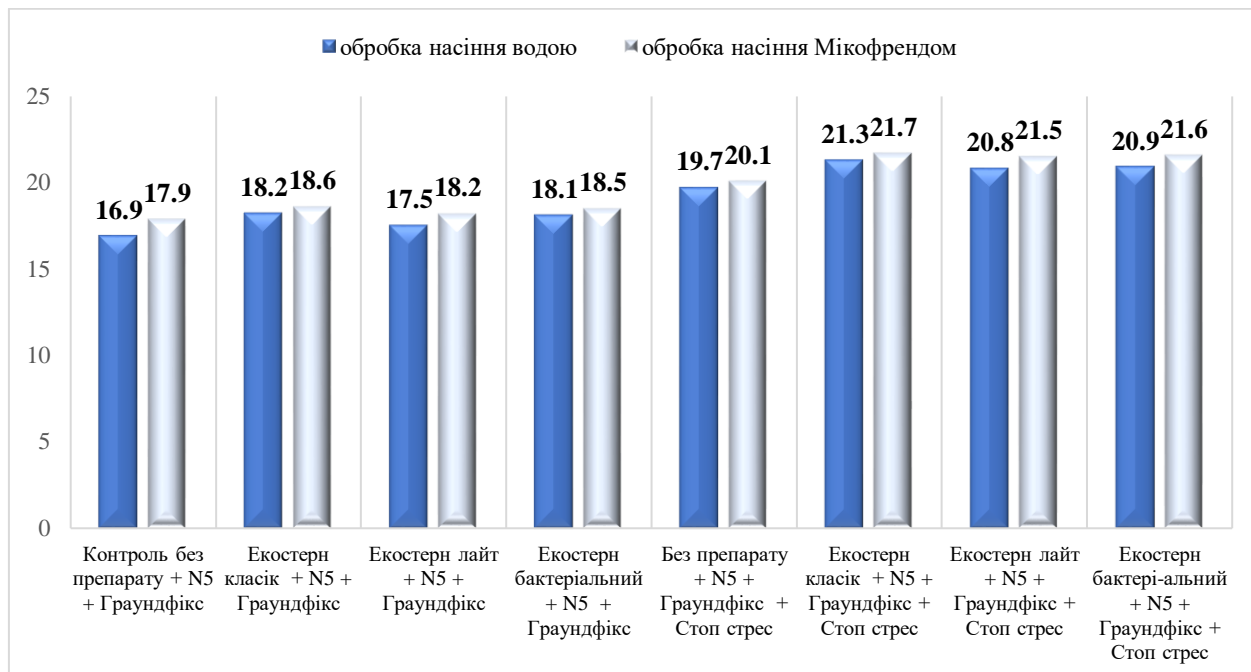


Рис. 6.1. Чистий прибуток

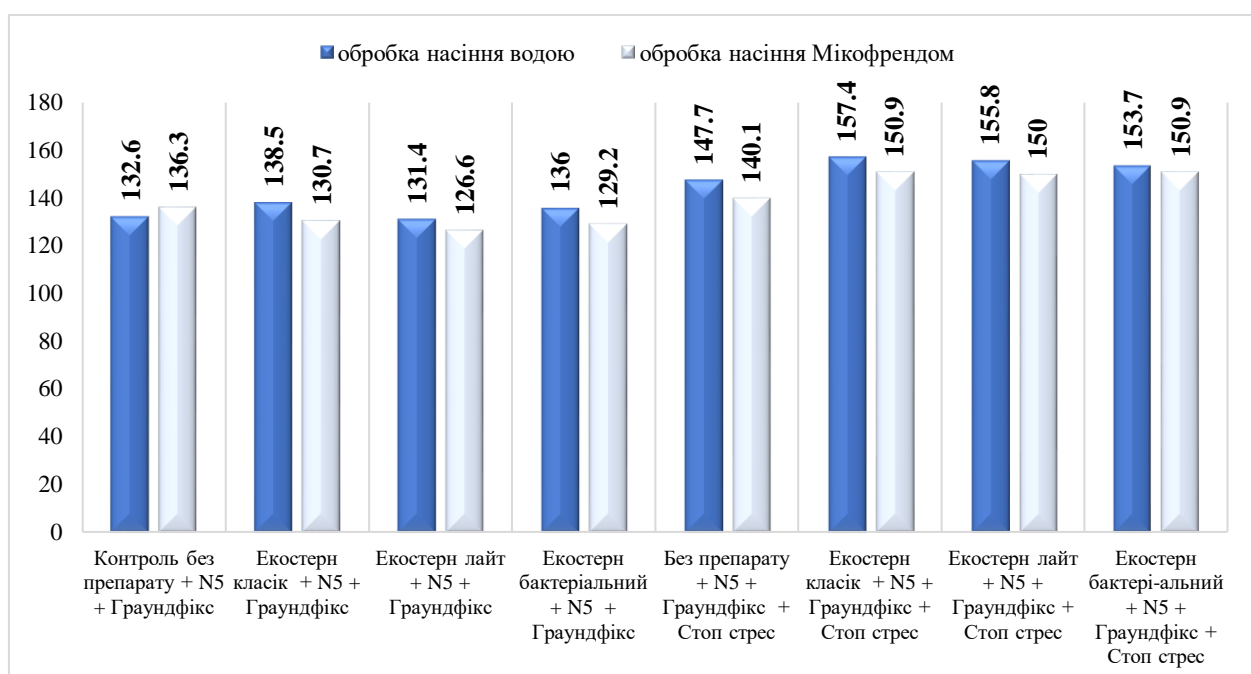


Рис. 6.2. Рівень рентабельності

Максимальний умовний чистий прибуток, який склав 21,7 тис. грн/га та рентабельності 150,9% забезпечив варіант з із застосуванням біопрепаратів та добрив Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес на фоні обробки насіння препаратом Мікофренд (рис. 6.1, 6.2). У контрольних варіантах досліджуваних факторів відбулося зниження чистого прибутку до 16,9 тис. грн/га, або в 1,3 рази, а рентабельності – до 132,6% (на 18,3 відсоткових пунктів). Слід зауважити, що у варіанті з внесенням Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес та за обробки насіння чистою водою сформувалася найвища рентабельність – на рівні 157,4%, проте чистий прибуток, який в умовах ринкової економіки є найважливішим економічним показником, був меншим за інші варіанти на 1,9-2,8%.

За результатами енергетичних розрахунків встановлено, що надходження енергії з врожаєм насіння досліджуваної культури перевищило 67 ГДж/га у варіантах із застосуванням деструкторів і добрив Екостерн класік (1,5 л/га) + N₅ + Граундфікс (3 л/га) + Стоп стрес; Екостерн лайт (1,5 л/га) + N₅ + Граундфікс (3 л/га) + Стоп стрес; Екостерн бактеріальний (1,5 л/га) + N₅ + Граундфікс (3 л/га) + Стоп стрес на фоні передпосівної обробки насіння препаратом Мікофренд (8 л/т) (табл. 6.2). У контрольному варіанті воно склало 55,7 ГДж/га, що менше на 20,7-21,9%.

Витрати енергії на вирощування соняшнику внаслідок особливостей схеми дисертаційного дослідження слабо змінювались в діапазоні від 21,7 до 22,1 ГДж/га. Визначено несуттєве (на 0,4 ГДж/га) зростання енерговитрат у варіантах з передпосівною обробкою насіння препаратом Мікофренд.

Приріст енергії сягнув максимального рівня 45,8 ГДж/га у варіанті з поєднанням Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес з передпосівною обробкою насіння соняшнику Мікофренд. Мінімальне значення цього показника – 34,0 ГДж/га отримано у контрольному варіанті факторів А та В.

Внесення деструкторів Екостерн лайт, Екостерн бактеріальний та Екостерн класік на фоні обробки насіння препаратом Мікофренд сприяло формуванню найбільшого коефіцієнту енергетичної ефективності, який склав,

відповідно, 3,04; 3,05; 3,07. У контрольному варіанті досліджуваних факторів цей показник зменшився на 18,3-19,5% й становив 2,57.

Таблиця 6.2

**Енергетична оцінка розроблених елементів технології
вирощування насіння соняшнику залежно від досліджуваних факторів і
варіантів (середнє за 2022-2024 рр.)**

Використання деструктора стерні та живлення (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Енергетичні показники				
		надходження енергії, ГДж/га	енерговитрати, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енерге- тичної ефективності	енергоємність, ГДж/т
Контроль без препарату + N ₅ + Граундфікс	водою	55,7	21,7	34,0	2,57	9,15
	Мікофрендом	58,3	22,0	36,3	2,65	8,88
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс	водою	59,0	21,7	37,3	2,72	8,65
	Мікофрендом	61,6	22,1	39,5	2,79	8,42
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс	водою	57,8	21,7	36,1	2,67	8,82
	Мікофрендом	61,1	22,0	39,1	2,77	8,48
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс	водою	59,0	21,7	37,3	2,72	8,65
	Мікофрендом	61,8	22,1	39,8	2,80	8,39
Без препарату + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	водою	62,0	21,7	40,3	2,86	8,23
	Мікофрендом	64,9	22,1	42,8	2,94	8,00
Екостерн класік + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	водою	65,3	21,8	43,6	3,00	7,83
	Мікофрендом	67,9	22,1	45,8	3,07	7,65
Екостерн лайт + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	водою	64,2	21,7	42,4	2,95	7,97
	Мікофрендом	67,2	22,1	45,1	3,04	7,73
Екостерн бактеріальний + N ₅ + Граундфікс + Стоп стрес	водою	64,9	21,8	43,1	2,98	7,88
	Мікофрендом	67,4	22,1	45,3	3,05	7,70

Енергоемність вирощування 1 т насіння соняшнику зменшилась до свого мінімального рівня 7,65 ГДж у варіанті з використанням деструктора стерні та живлення Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес, а також проведення передпосівної обробки насіння досліджуваної культури препаратом Мікофренд. У контрольному варіанті факторів А та В цей показник підвищився до максимального значення 9,15 ГДж/т, або на 19,6%.

Висновки до розділу 6:

Економічним аналізом визначено, що найбільшу вартість валової продукції (36,1 тис. грн/га), чистий прибуток (21,7 тис. грн/га) і високу рентабельність (150,9%) забезпечило комплексне застосування Екостерн класік, N5, Граундфіксу, Стоп стресу та обробки насіння Мікофрендом. Попри зростання виробничих витрат, економічна ефективність таких технологічних схем значно перевищувала контроль, у якому показники були найнижчими. Найвищу рентабельність (157,4%) визначено у варіанті без Мікофренду, але зменшення прибутку свідчить про перевагу повної схеми з біопрепаратами для максимального економічного ефекту.

Енергетичні розрахунки показали, що застосування біодеструкторів Екостерн (класік, лайт, бактеріальний) у поєднанні з добривами N5, Граундфікс і антистресовим препаратом Стоп стрес, а також передпосівною обробкою насіння Мікофрендом значно підвищує енергоефективність вирощування соняшнику. У таких варіантах досягнуто найвищого надходження енергії з урожаєм (понад 67 ГДж/га), максимального приросту енергії (до 45,8 ГДж/га) та коефіцієнта енергетичної ефективності (до 3,07), при мінімальній енергоемності продукції (7,65 ГДж/т). У контрольному варіанті ці показники були значно нижчими, що підтверджує доцільність використання вказаного комплексу біопрепаратів.

ВИСНОВКИ

1. Соняшник є стратегічною олійною культурою з високою економічною, екологічною та агротехнічною цінністю, що забезпечує стабільний прибуток і має широкий спектр застосування. Висока кліматична адаптивність культури, зокрема посухостійкість, робить соняшник перспективним для вирощування в умовах змін клімату та важливим елементом сталого землеробства.

2. Розширення посівних площ соняшнику в Україні зумовлене економічною доцільністю, кліматичними викликами та впровадженням сучасних елементів технологій, що підвищують врожайність і конкурентоспроможність культури на світовому ринку.

3. Приватне агропідприємство "Схід" має високий потенціал завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам, проте сучасні кліматичні зміни (посухи, підвищення температур, дефіцит опадів) потребують адаптації агротехнологій для отримання сталої врожайності. Агротехнічні заходи вирощування соняшнику адаптовані до умов Степу України (без зрошення), з виділенням окремих технологічних складових для поглибленого аналізу.

4. У контролі без деструкторів стерні рівень вмісту органічної речовини в ґрунті до сівби і після завершення вегетації був нижчим, що вказує на недостатність одного мінерального живлення. Деструктори (Екостерн класік, лайт, бактеріальний) підвищували вміст органіки, найбільше – у варіанті Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес (з 4,90% до 5,06%). Антистресант підсилював дію, але головну роль відігравали біодеструктори.

5. У контролі визначили незначне зниження гідролізованого азоту після вегетації. Деструктори сприяли його збереженню, особливо з підживленням Стоп стрес. Максимум – у варіанті Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес – 89,3 мг/кг. Цу свідчить, що комплекс біопрепаратів сприяє зниженню втрат азоту.

6. Деструктори стерні підвищували вміст NO_3^- і NH_4^+ в ґрунті до сівби та сприяли їх збереженню після збирання. Стоп стрес поліпшував засвоєння NO_3^- , знижуючи його залишки у ґрунті.

7. Біодеструктори та позакореневе підживлення покращували доступність рухомих форм фосфору і калію. Найвищий вміст рухомого фосфору в ґрунті визначили у варіантах з Екостерн лайт. Стоп стрес дещо активував мобілізацію калію.

8. Розклад стерні за три роки в контролі склав 53,2%, а з біодеструкторами – 58,6% (Екостерн лайт) до 66,8% (Екостерн бактеріальний). Екостерн класік – 64,5%. Різниця статистично достовірна, найефективніший – Екостерн бактеріальний.

9. Кількість грибів у ґрунті коливалася в межах 63,2–107,4 тис. КУО/г. У варіантах з застосуванням Екостерн класік і Екостерн бактеріальний фітопатогени в ґрунті були відсутні, в інших склали 4,5–17,6% (*Fusarium*). Сапротрофи: *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*, *Gliocladium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*. Токсиноутворювачі – 68,8–87,1%. *Trichoderma* – 22,6–23,5%, максимум – 37,5% у варіанті з Екостерн бактеріальний.

10. У рослин контрольного варіанту площа листків – 24,7 см² (формування кошиків) і 37,8 см² (цвітіння). Застосування Екостерн класік збільшило її до 28,4 і 39,7 см² відповідно. Максимум – 35,7 і 42,2 см² визначено за поєднання Екостерн бактеріальний + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес. Біодеструктори та Стоп стрес суттєво збільшують площу листової поверхні. У контролі фотосинтетична продуктивність була вищою, ніж із біодеструкторами. Підживлення Стоп стресом знижувало її в усіх варіантах, ймовірно, через активізацію адаптаційних процесів.

11. Сумарне водоспоживання залежало від погодних умов року: максимум – 3811 м³/га (2023), мінімум – 1505 м³/га (2024). Частка опадів у 2023 р. склала 77,7%, у 2024 – лише 57,3%, решта припадала на ґрунтову вологу. R = 0,99 між водоспоживанням і рівнем урожайності підтверджує важливість року зволоження.

12. Коефіцієнт водоспоживання змінювався залежно від погодних умов, деструкторів стерні, підживлення. Найекономніше рослини використовували воду в 2022 р. Найвищим він був у контролі та з Екостерн Лайт. Найефективнішим використання води рослинами було з використанням Мікофренду і Стоп стресу, особливо у поєднанні з біодеструкторами стерні. Виявлено позитивний зв'язок між коефіцієнтом водоспоживання і рівнем урожайності.

13. Середня врожайність (2022-2024 рр.) у контролі склала 2,37 т/га (за обробки насіння водою) і 2,48 т/га (Мікофрендом). Підживлення препаратом Стоп стрес підвищило її до 2,64 і 2,76 т/га. Біодеструктори стерні (Екостерн класік, лайт, бактеріальний) забезпечували вищу врожайність порівняно з контролем. Максимум урожайності насіння 2,89 т/га сформований за поєднання Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес + Мікофренд. Найбільший приріст від обробки насіння Мікофрендом отримали у 2023 році. Позакореневе підживлення Стоп стресом позитивно проявлялось у всіх варіантах використання.

14. Діаметр кошика в контролі визначено 16,7 см. Біодеструктори збільшували його на 0,6–0,7 см, максимум – 19,1 см з проведенням позакореневого підживлення Стоп стресом. Кількість кошиків на м² зростала з 4,2 до 4,6. Найбільше насінин у кошику – 882 шт. (на 137 більше за контроль) визначено у варіанті з Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес. Маса насіння з 1 кошика – 49,6 г та маса 1000 насінин – 57,4 г (найвищі показники) отримано за комплексного застосування біодеструктора стерні і антистресанта.

15. У контролі (N₅ + Граундфікс) вміст жиру в зерні склав 44,1–44,3%. Біодеструктори підвищували його на 0,5–1,0 в.п., позакореневе підживлення Стоп стресом збільшувало його ще більше. Найвищі показники (понад 45,0%) забезпечило поєднання Екостерн класік або бактеріальний + Стоп стрес. Передпосівна обробка насіння Мікофрендом збільшувала вміст жиру на 0,1–0,3 в.п. Максимум – 45,4–45,6% визначили за комплексного застосування

факторів. Без підживлення Стоп стресом вміст жиру в зерні був на 0,3–0,4 в.п. нижчим.

16. Умовний вихід олії зростав за поєднання досліджуваних факторів. Максимум цього показника 1,31 т/га забезпечило застосування Екостерн класік або бактеріальний + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес + передпосівна обробка насіння Мікофрендом.

17. Лушпинність у контролі (обробка насіння водою) визначена на рівні 21,8%, при комплексному застосуванні досліджуваних факторів вона зменшилася до 20,8%. Передпосівна обробка насіння Мікофрендом знижувала лушпинність на 0,3–0,7%. Між лушпинністю і врожайністю визначено коефіцієнт детермінації на рівні: $R^2 = 0,9$.

18. Найвища вартість валової продукції (36,1 тис. грн/га), чистий прибуток (21,7 тис. грн/га) і рівень рентабельності (150,9%) при вирощуванні соняшнику забезпечує поєднання Екостерн класік + N₅ + Граундфікс + Стоп стрес + обробка насіння Мікофрендом. Найвищий рівень рентабельності – 157,4% визначено без передпосівної обробки насіння Мікофрендом, але за цього формується меншим чистий прибуток.

19. Сумісне застосування біодеструкторів з добривами, Стоп стресом і обробкою насіння Мікофрендом підвищували енергоефективність. Енергетичне надходження – понад 67 ГДж/га, приріст енергії – до 45,8 ГДж/га, енергетичний коефіцієнт – до 3,07, мінімальна енергоємність продукції – 7,65 ГДж/т. У контролі всі зазначені показники були нижчими.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За вирощування соняшнику в умовах Степу України після пшениці озимої з метою досягнення врожайності насіння на рівні 3 т/га із високими показниками економічної ефективності без зниження основних ознак родючості ґрунту рекомендуємо:

- залишки соломи та стерні заробляти в ґрунт з використанням одного з біодеструкторів Екостерн класік (1,5 л/га), Екостерн бактеріальний (1,5 л/га) або Екостерн лайт (1,5 л/га), для посилення ефекту одночасно вносити N₅ (аміачну селітру) + біопрепарат Граундфікс (3 л/га) за витрати робочого розчину 200 л/га.
- проводити передпосівну обробку насіння біопрепаратом Мікофренд (8 л/т).
- для оптимізації живлення та посилення стійкості рослин соняшнику до несприятливих чинників у фазу 6 справжніх листків проводити позакореневе підживлення комплексом препаратів Стоп стрес: Азотофіт (0,3 л/га) + Органік баланс (0,5 л/га) + Липосам (прилипач) – 0,2 л/га за витрати робочого розчину 200 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балюк С. А., Медведєв В. В., Соловей В. Б. та ін. Український чорнозем - 140 років після В.В. Докучаєва: сучасний стан, еволюція та управління: *наукова монографія*. Харків. 2021. 191 с.
2. Балюк С. А., Носко Б. С., Скрильник Є. В. Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 11–17. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201601>
3. Безкровна О. Стрес у рослин та способи зниження його наслідків. Веб-сайт <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2524-stres-u-roslyn-ta-sposoby-znyzhennia-ioho-naslidkiv.html>
4. Біла Ю. А. Біоенергетичні активи аграрних підприємств: склад, структура, значення. *Вісник ЛТЕУ. Економічні науки*, (79). 2024. С. 79–86. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1205-2024-79-10>
5. Білоножко Г. І., Гончарук А. В. Стійкість гібридів соняшнику до посухи та їх продуктивність. *Журнал аграрної науки*, 27(3). 2021. С. 50–56.
6. Вініченко С. А. Умови функціонування і розвитку підприємств на ринку продукції бджільництва. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. № 5. Т. 2. С. 95–101. URL: [https://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5\(2\)-15](https://doi.org/10.31891/2307-5740-2021-298-5(2)-15)
7. Воронкова Г.М., Єрмолаєв В.М., Павлов В.О., Гамаюнова В.В. Можливість покращення стану родючості ґрунту в умовах півдня України на засадах екологізації та ресурсозбереження. Сучасні аспекти підвищення продуктивності та адаптивного потенціалу у контексті європейського зеленого курсу: Матеріали Міжн. Наук.-практ. конф., присвяченої 110-річчю від дня заснування Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН. 135-річчю від дня народження Єремєєва І.М., 125-річчю від дня народження Фрідріха А.Й., 115-річчю від дня народження - Ремесла В.М. с. Центральне, 16 листопада 2022. С.170–171.

8. Вплив виносу елементів живлення рослинами на формування системи удобрення. веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/articles/593-vpliv-vinosu-elementiv-jivlennya-roslinami-na-formuvannya-sistemi-udobrennya?>
9. Вплив мінеральних добрив на властивості ґрунту та ГВК. веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/blog/894-vpliv-mineralnih-dobriv-na-vlastivosti-gruntu-ta-gvk?>
10. Гаврилюк А. Урожайність соняшнику вища за умови інокуляції насіння. веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/urozhajnist-sonyashnyku-vyshha-za-umovy-inokulyacziyi-nasinnya-doslidzhennya/>
11. Гаврилюк А. Програма STOP СТРЕС підвищила врожайність сільгоспкультур. веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/programa-stop-stres-pidvyshhyla-vrozhajnist-silgospkultur/>
12. Гавриш В. І. Лушпиння соняшнику як енергетичний ресурс переробних підприємств. *Розвиток українського села – основа аграрної реформи в Україні: матеріали Причорноморської регіональної науково-практичної конференції професорсько-викладацького складу*. Миколаїв, 20–22 квітня 2022 р. Миколаїв: МНАУ. 2022. С. 41–44.
13. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Лікар Я. О. Ефективність застосування мікробних препаратів деструкторів на рослинних рештках у процесі їх мінералізації після збирання. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С.24–33. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.4>
14. Гамаюнова В. В., et al. Вплив біодеструктора стерні на мікробіологічні показники ґрунту після ячменю ярого залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення. *Вісник ВНАУ*. Вінниця. 2011. №7(47). С.7–11.
15. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Водоспоживання соняшнику залежно від застосування біопрепаратів за вирощування в умовах Південного Степу України. *Наукові горизонти*. 2018. № 7/8 (70). С. 27–35.
16. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування надземної маси і врожайності соняшнику під впливом окремих елементів технологій

вирощування. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 1 (105). С. 50–57. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-1(105)-7

17. Гамаюнова В. В., Нагорна О. В., Панфілова А. В. Вплив біодеструктору стерні на поживний режим ґрунту. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ*. Серія: сільськогосподарські науки. Випуск 6 (68). 2012. С. 17–22.

18. Гамаюнова В. В., Павлов В. О. Від стерні до здорового ґрунту: роль біодеструкторів у сільському господарстві. *Аграрні інновації*. 2024. № 28. С. 32–37. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.5>

19. Гамаюнова В. В., Павлов В. О. Вміст жиру в насінні соняшнику за комплексного впливу біодеструкторів стерні, позакореневого підживлення та передпосівної обробки насіння. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2025, № 38:70–79. DOI: 10.36710/ІОС-2025-38-07

20. Гамаюнова В. В., Павлов В. О. Екологічна революція: роль біодеструкторів стерні у вирощуванні соняшнику. Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 6 грудня 2024 року / Наукова редакція: Анджей Борусевич, Януш Лісовський, Валентина Гамаюнова, Тетяна Манушкіна. Ломжа – Миколаїв. Видавництво: MANS w Łomży, 2025. С. 152–154.

21. Гамаюнова В.В., Павлов В.О. Оптимізація живлення як ефективний підхід до використання вологи. Вода для майбутнього: управління, збереження, інновації: Збірник тез XIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 25-26 березня 2025 року С. 298-301. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg2025>

22. Гамаюнова В.В., Павлов В.О. Роль біодеструкторів, передпосівної обробки насіння та оптимізації мінерального живлення у формуванні врожайності соняшнику. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 29-34. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.5>

23. Гамаюнова В. В., Павлов В. О. Сумарне водоспоживання соняшнику за впливу досліджуваних факторів в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник* № 140. 2024. С. 88–95. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.12>

24. Гамаюнова В. В., Павлов В. О., Бакланова Т. В. Роль біодеструкторів і живлення у формуванні врожаю зерна соняшнику та впливі на ґрунтову мікробіоту. Інноваційні технології в рослинництві та землеробстві : зб. праць учасн. Міжнар. наук.-практ. конф. (3–4 квіт. 2025 р.). Житомир : Поліський нац. університет, 2025. с 78-85

25. Гамаюнова В.В., Павлов В.О., Бакланова Т.В. Якість зерна соняшнику залежно від застосування біодеструкторів у контексті кліматичних змін та збереження родючості ґрунтів. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату», присвяченої до 130-річчя заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, смт Хлібодарське, 28 березня 2025 року. Одеса: Одеська ДСДС ІКОСГ НААН, 2025. С.112-115.

26. Гамаюнова В. В., Павлов В. О., Бакланова Т. В. Біодеструктори стерні як складова сталого землеробства та підвищення родючості ґрунту. Органічне виробництво і продовольча безпека: цифрові технології та інновації : збірник праць учасників XII Міжнародної науково-практичної конференції (15–16 травня 2025 р.). Житомир: Поліський нац. університет, 2025. С. 45-49.

27. Гамаюнова В.В., Павлов В.О., Троїцький І.М., Задирко Р.В., Бакланова Т. В. Розробка енергозберігаючих елементів у сучасних технологіях вирощування олійних культур. Матеріали IV Міжн. наук.-практ. онлайн конф.: «Тенденції розвитку та виклики сучасній аграрній науці й освіті, за змінних кліматичних та політичних умов» 28-30 листопада 2022 року. Націон. унів. біоресурсів і природокористування України. м. Київ. С.8–10.

28. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Коваленко О. А., Пилипенко Т. В. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. «Наукові горизонти», «*Scientific horizons*». Житомир, 2020. №2(87). С. 89–101. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101

29. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Пилипенко Т. В. Родючість ґрунту як визначальний фактор сталого функціонування землеробської галузі. *Збірник матеріалів науково–практичній конференції «Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп’єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства»*, присвяченої пам’яті доктора с.-г. наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, Філіп’єва Івана Давидовича. 20 вересня 2024 року м. Одеса. 2024. С.30–34.

30. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Пилипенко Т. В. Сівозміна як захід ресурсозаощадження та екологічної рівноваги Південного регіону України в повоєнний період. *Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. С.361–394. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18>

31. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Сидякіна О. В. Екологічне значення та вплив біопрепаратів і мікроелементів на продуктивність сільськогосподарських культур. Формування інноваційних агротехнологій в умовах змін клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої до Дня науки в Україні* (м. Одеса, 18–19 травня 2023 року). 2023. С.40–46.

32. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А., Бакланова Т. В., Сидякіна О. В. Ресурсоощадні заходи поліпшення родючості ґрунту та збільшення продуктивності рослин шляхом використання соломи. *Scientific multidisciplinary monograph «Science in the context of innovative changes»*. 2024. С. 230–251.

33. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Коваленко О. А., Чайкіна О. І. Необхідність залучення посухостійких культур для вирощування в зоні Степу України за зміни клімату. *Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 75-ти річчю від дня народження професора Валентини Василівни Калитки* (м. Мелітополь, 26 травня 2021 р). ТДАТУ ім. Дмитра Моторного. Факультет агротехнологій та екології. 2021. С. 30–33
34. Гангур В. В., Космінський О. О., Лень О. І., Тоцький В. М. Вплив удобрення на продуктивність соняшнику та якість насіння. *Scientific Progress & Innovations*, 2(2). 2022. С. 50–56. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
35. Герасименко І. Географія врожаїв. Південний Степ на зрошенні – що треба знати агроному. URL: <https://app.agro-online.com/79523/details/>
36. Гомля Л. М., Сухомлин А. П. Морфологічна характеристика та органогенез культурного соняшнику. Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Полтава, 2023. С. 29–33.
37. Гончарук І. В., Панцирева Г. В., & Вовк В. Ю. Оцінка біоенергетичного потенціалу АПК для забезпечення енергетичної незалежності галузі. *Проблеми економіки*. 2023. № 3 (57). С. 71–80. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2023-3-71-80>
38. Горбань В. А., Гуслистий А. О., Мандригеля М. В., Погрібняк В. О. Вплив лісової рослинності на діелектричну проникність та електрофізичні показники чорноземів // *Ґрунтознавство*. – 2017. – Т. 18. № 1-2. – С. 38–45.,
39. Горбань В. А., Хмеленко О. В., Гуслистий А. О., Тетюха О. Г. Вплив лісової рослинності на колір, відбивну здатність та вміст гумусу в чорноземах звичайних. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. 2019. Вип. 48. С. 25–37.
40. Григоренко І. Вплив деструктора стерні на вміст елементів живлення у ґрунті. *Вісник агрономії*, 15(3). 2021. С. 45-50.

41. Гриценко Т. Біодеструктори: екологічні переваги та практичне застосування. *Екологія та сільське господарство*, 18(4). 2023. С. 12–19.
42. Гриценко С. Біологічні аспекти управління родючістю ґрунту: роль деструкторів стерні. *Сільськогосподарська наука*, 10(4). 2021. С. 67-75.
43. Гудзь В. П., Коваленко О. І. Особливості вирощування соняшнику в умовах України. *Агроекологія і біорізноманіття*. 2020. 12(4). С. 45–52.
44. Дегтярьова З. О. Агроекологічна оцінка вирощування соняшнику у короткоротаційних сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: дис. ... д-ра філософії: 201 – Агрономія; наук. кер. С. І. Кудря. Харків: ДБТУ, 2023. 190 с.
45. Димитров С. Г. Формування продуктивності гібридів соняшнику залежно від елементів технології вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. № 23. С. 19–23.
46. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії [текст]: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264с.
47. Дідур І. М., Циганський В. І. Удосконалення технологічних прийомів вирощування соняшнику в умовах лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 23. С. 16-24. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-2
48. Долинський А. А. та ін. Характеристика лушпиння соняшнику як сировини для твердого біопалива. *Енергетика та екологія*. 2019. № 2. С. 78–85.
49. Домарацький Є. О. Формування листової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин соняшнику залежно від добрив і рістрегулюючих препаратів. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 22–29. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.4>
50. Домарацький Є. О. Вплив рістрегулюючих препаратів та мінеральних добрив на поживний режим соняшнику. *Наукові доповіді НУБіП*

України. Серія: Агрономія, 2018. №1(71). веб-сайт. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/1002>

51. Домарацький Є. О., Добровольський А. В. Вплив позакореневих підживлень комплексними багатофункціональними препаратами на кількісний рівень та якісний склад хлорофілового комплексу в рослинах соняшнику. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2018. Вип. 97-1. С. 142 – 151.

52. Домарацький Є. О., Добровольський А. В. Особливості водоспоживання соняшнику за різних умов мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 1 (65). С. 51–56.

53. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Домарацький О. О. Вплив багатофункціональних рістрегулюючих препаратів на формування продуктивності гібридів соняшнику високоолеїнового типу. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 115. С. 32–41. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.5>

54. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Козлова О. П., Добровольський П. А., Лавришина О. Є. Шляхи оптимізації водоспоживання соняшнику високоолеїнового типу за умов зміни клімату. *Аграрні інновації*, (10). 2021. С. 34–41. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.6>

55. Домарацький Є., Базалій В., Козлова О., Домарацький О. Ефективність використання деструкторів целюлози для оптимізації факторів життя рослин соняшнику. *Техніка і технології АПК*. 2020. № 1 (114). С. 18–21.

56. Домарацький Є. О., Козлова О. П. Економічне обґрунтування використання екологічнобезпечних препаратів у технологічних схемах вирощування соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 60–68. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.8>

57. Домарацький, Є. О., Пічура, В. І., Потравка, Л. О., & Домарацька, О. Є. (2023). Аналіз економічної ефективності застосування екологічнобезпечних препаратів при вирощуванні соняшнику в незрошуваних умовах зони

Степу. *Аграрні інновації*, (18), 169-177. URL:
<https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.23>

58. Дослідна справа в агрономії. Книга друга. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень : навчальний посібник / [Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М. та ін.]. Х. : Майдан, 2016. 298 с.

59. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник : у 2 кн. Книга 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / [Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін.]; за ред. А. О. Рожкова. Х. : Майдан, 2016. 316 с.,

60. Єременко О. А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 3. 2017. С. 25–30.

61. Єременко О. А., Каленська С. М., Калитка В. В., Малкіна В. М. Урожайність соняшнику залежно від агрометеорологічних умов південного Степу України. *Агробіологія*. 2017. № 2(135). С. 123–130.

62. Єременко О. А., Калитка В. В. Урожайність соняшнику залежно від агрометеорологічних умов Запорізької області. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2017. № 24. С. 156–165.

63. Екологічна доцільність застосування біодеструктора "Екостерн" в інтенсивному землеробстві / С. Г., Корсун та ін. *Землеробство*. 2017. № 1. С. 69–73.

64. Жигайло О. Л., Вольвач О. В., Толмачова А. В., & Костюкєвич Т. К. Вплив змін клімату на урожайність соняшнику в Північному Степу України: аналіз і прогноз. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 1. 2021. 180–186. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.22

65. Жуйков О. Г., Бурдюг О. О. Фітосанітарний стан та врожайність гібридів соняшнику за різних рівнів біологізації технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 26–32. URL:
<https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.5>

66. Жуйков О. Г., Середюк В. Ю. Технологія вирощування соняшнику Clearfield®—світова історія та вітчизняний досвід. *Аграрні інновації*, (23). 2024. С. 68–74. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.10>
67. Іваненко П. І. Вплив передпосівної обробки насіння на врожайність соняшнику. *Аграрна наука*. 2019. № 3. С. 45–49. DOI: 10.31073/agro.2019.03.07
68. Іваненко О. М., Сидоренко В. Ф. Передпосівна обробка насіння соняшнику: ефекти на водоспоживання та урожайність. *Науковий вісник АПН України*, 38(2). 2019. С. 25–30.
69. Іваненко С. Г. Економічна ефективність застосування мікродобрив у посівах соняшнику. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. С. 75–80.
70. Іванов О. В. Біологія соняшнику. Київ: Наукова думка, 2010.
71. Іванов А., Петрова О., Сидоренко В. Екологічні аспекти використання біодеструкторів у сільському господарстві. *Журнал агрономії*, 15(3). 2022. С. 45–52.
72. Каленська С. М., Єременко О. А., Таран В. Г., Крестьянінов Є.В., Риженко А.С. Адаптивність польових культур за змінних умов вирощування. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 48–57.
73. Каленська С. М., Горбатюк Е. М., Гарбар Л. О. Вплив погодних чинників на ріст та розвиток гібридів соняшнику. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. № 10(2). С. 5–12.
74. Карпенко А. В. Цінова ситуація на ринку соняшнику / Науковий вісник НАУ / Редкол.: Д.О. Мельничук та ін. Київ, 2014.
75. Квасніцька Л. С., Войтова Г. П. Водоспоживання соняшнику в ланках різноротаційних сівозмін Правобережного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (1). С. 63-74. DOI: 10.32636/01308521.2023-(74)-1-5

76. Кириченко В. В. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи розвитку. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2017. №7. С. 281–286.
77. Кириченко В. В. Соняшник: біологічні особливості та агротехніка. *Аграрна наука і освіта*, 6(2). 2018. С. 32–39.
78. Коваленко А. М. Водоспоживання соняшнику за різних умов вирощування в сівозмiнах короткої ротації. *Науковотехнічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2012. Вип. 17. С. 104–109.
79. Климчук М., Думич В. [Ефективність позакореневого підживлення соняшнику у Західному регіоні України](#). Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. № 28(42). 2021. С.237–248. URL: [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28\(42\)-20](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-20)
80. Коваленко А., Коваленко О., Пілярський В. Вплив деструкторів на мінералізацію рослинних решток культур сівозміни та біологічну активність темно-каштанового ґрунту Степової зони за різних систем його обробітку. *Аграрні інновації*, (2). 2020. С. 40–55. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.2.8>
81. Коваленко А. М, Новохижній М. В., Тимошенко Г. З., Сергєєва Ю. О. Особливості застосування деструкторів стерні в умовах степової зони. Вісн. аграр науки. 2020. № 2 (803). С. 44–51. URL: doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-07
82. Коваленко О. А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України : дис. ... доктора сільськогосподарських наук: 06.01.09 – рослинництво / науковий консультант М. І. Федорчук. Херсон, 2021. 592 с.
83. Коваленко О. А., Нерода Р. С. Продуктивність соняшнику в умовах пів- дня України аз позакореневих підживлень мікродобривами.

International scientific journal «Grail of Science». 2022. № 21. С. 79–84. URL: <https://doi.org/10.36074/grailof-science.28.10.2022.012>

84. Коваленко О. М. Комплексний вплив агротехнічних заходів на продуктивність соняшнику. Сільськогосподарська наука. 2022. № 1. С. 27–31. DOI: 10.32945/agrar2022.01.04

85. Коваленко М. П. Ґрунтова родючість і врожайність соняшнику. Львів: Агроекологія, 2018.

86. Коваль М. П. Використання антистресантів для підвищення стійкості соняшнику до стресових умов. *Журнал агрономії*, 50(1), 2021. С. 34–40.

87. Ковальчук О. В. Ефективність використання біодеструкторів стерні у вирощуванні соняшнику. *Агроекологія*. 2020. №4. С. 22–28.

88. Ковальчук Т. О., Хоменко С. В. Раціональне використання відходів соняшнику в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 1. С. 54–59.

89. Копач І. С., Петров І. В. Природні небезпеки метеорологічного характеру в Україні та захист від них. Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни : матеріали 27-ї студ. наук.-теорет. конф., 25–27 березня 2015 р. Миколаїв : МНАУ, 2015. С. 176–179.

90. Коркодола М. М., Макляк К. М. Мінливість вмісту олії та білка в насінні кондитерського соняшнику залежно від агротехнічних прийомів вирощування. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, (34), 2023. С. 72–83.

91. Кохан А. В. Водоспоживання соняшнику залежно від елементів технології. *Вісник ХНАУ*. 2016. Вип. 2. С. 85–93.

92. Кохан А. В., Лень О. І., Циліорик О. І. Наслідки насичення сівозмін соняшником. 2016. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. №. 23. С. 131–136.

93. Кудря С. І., Дегтярьова З. О., Кудря Н. А. Запаси доступної вологи в чорноземі типовому за різного насичення короткоротаційних сівозмін

соняшником. *Сучасні проблеми землеробської механіки: матеріали XXI Міжнародної наукової конференції*. 2020. С. 132.

94. Кузьменко О. Вплив кислотності ґрунту на доступність поживних речовин для рослин. *Агроекологічний журнал*, 8(2). 2019. С. 45-50.

95. Кутіщева Н. М., Шугурова Н. О., Одинець С. І. Комплексний підхід до сучасних аспектів в селекції соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2021. № 30. С. 34–42.

96. Кушнар'ов А., Кравчук В., Бобровний Е. Вплив ступеня подрібнення й глибини закладення соломи в ґрунт на інтенсивність її розкладання з використанням біодеструктора "Стернифаг". *Техніка і технології АПК*. 2012. № 12. С. 24–27.

97. Ласло О. О. Показники ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування соняшнику за умов глобальних кліматичних змін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 107–112. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.12>

98. Левченко О. Економічна ефективність використання біодеструкторів у сільському господарстві. *Фінанси та агробізнес*, 10(2). 2022. Р. 34–41.

99. Луцяк В. В., Пронько, Л. М., Мазур, К. В., & Колесник, Т. В. (2020). Маркетинговий потенціал інновацій у олійно-жировому підкомплексі: стан ринку, створення вартості, конкурентоспроможність. *монографія*. - Вінниця: ВНАУ, 2020.-220 с./Рек. ВР ВНАУ (Протокол № 11 від 28.04. 2020 р.).

100. Луценко І. П., Петренко О. В. Дослідження теплофізичних властивостей брикетів з лушпиння соняшнику. *Наукові праці з енергетики*. 2020. № 4. С. 120–126.

101. Лябах С. В. Ефективність застосування Грейнактиву-С на посівах соняшнику в умовах Полісся України. *Таврійський науковий вісник* № 123. 2022. С. 82–88. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.12>

102. Марченко А. О. Місце і проблеми вітчизняних товаровиробників насіння соняшнику на світовому ринку. *Вісник СНТ ННІ бізнесу і менеджменту ХНТУСГ ім. П. Василенка*. 2015. С. 158-160.
103. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
104. Мельник С. П. Агробіологічні особливості соняшнику в степовій зоні України. *Вісник аграрної науки*, 98(4). 2019. С. 62–67.
105. Насичення сівозмін соняшником / Кохан А. В., Глущенко Л. Д., Гангур В. В., Олєпир Р. В., Лень О. І., Тоцький В. М.; наук. ред. А. В. Кохана. Полтава: ПП Астроя, 2018. 83 с.
106. Овчарук В. В. Побічна продукція рослинництва – альтернатива поповнення органічної речовини ґрунту. *Dynamics of the development of world science*. Vancouver, Canada. 2020. № 9. Р. 781–788.
107. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В.О. Єщенко. Київ : Дія, 2005. 288 с.
108. Особливості живлення культур у поточному сезоні: вміст елементів живлення в ґрунтах та методи корекції. веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/blog/1038-osoblivosti-jivlennya-kultur-u-potochnomu-sezoni-vmist-elementiv-jivlennya-v-gruntah-ta-metodi-korektsiyi?>
109. Павлов В. О., Бакланова Т.В. Вплив біодеструкторів та досліджуваних елементів технології вирощування соняшнику на ознаки родючості ґрунту. Theoretical and empirical scientific research: concept and trends: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Oxford, March 7, 2025. Oxford - Vinnytsia: P.C. Publishing House & UKRLOGOS Group LLC, 2025. С. 160–167. DOI 10.36074/logos-07.03.2025.032
110. Павлов В. О., Гамаюнова В. В. Ефективність біопрепаратів у сучасному землеробстві. *Конференцію зареєстровано в УкрІНТЕІ (посвідчення № 595 від 25.12. 2023 р.) Редакційна колегія: Дробітько АВ–*

доктор сільськогосподарських наук, професор Самойленко МО—доктор сільськогосподарських наук, професор (2024): 111.

111. Павлов В. О., Гамаюнова В. В. Ефективність біопрепаратів у сучасному землеробстві. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції*, 21-22 березня 2024 р., м. Миколаїв: МНАУ, 2024. С. 111–115. УДК 631.147:631.874

112. Паламарчук В. Д. Позакореневі підживлення у сучасних технологіях вирощування гібридів соняшнику. *Агробіологія*. 2020. № 1. С. 137–144. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-137-144>

113. Панфілова А. В., Белов Я. В. Поживний режим ґрунту залежно від деструктора Екостерн Класичний та способу основного обробітку ґрунту. *Аграрні інновації*, (16), 2022. С. 60–65. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.10>

114. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., Дробітько А. В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 2019. С. 18–25. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02>

115. Педорченко А. Л. Цінова ситуація на експортних ринках зернових і олійних в Україні у 2022 р. *Грааль науки: міжнародний науковий журнал*. 2022. № 12–13. С. 45–50. веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.29.04.2022.002>

116. Перетятко І. В. Економічна ефективність виробництва соняшнику в сільськогосподарських підприємствах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 2. С. 175–179.

117. Петренко І., Коваленко Л. Вплив біодеструкторів на агрономічні властивості ґрунтів. *Аграрна наука*, 22(1). 2023. С. 67–74.

118. Петров В. С. Основи агротехніки олійних культур. Харків: Агропром, 2015.

119. Петров В. С. Вплив мікробних препаратів на агроєкосистеми. Харків: Агропром, 2019.
120. Петров А. І., Сидоренко В. Ф., Іваненко О. М. Вплив біологічних деструкторів стерні на водоспоживання соняшнику. *Агроєкологія*, 45(3), 2020. С. 12–18.
121. Петрова О. О. Диверсифікація олійного бізнесу та розвиток виробництва нетрадиційних олій на Херсонщині. *Агросвіт*, (21). 2020. С. 41–48.
122. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Піщаленко М. А., Мельничук В. В., Євстаф'єва В. О. Агротехнічні заходи по раціональному використанню вологи. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 2022. С. 80–89. DOI: 10.31210/visnyk2022.03.10,
123. Піньковський Г. В., Танчик С. П. Динаміка вмісту вологи в ґрунті за різних строків сівби та густоти стояння рослин соняшнику в Правобережному Степу України. *Матеріали II Міжнар. наук.- практ. конф. «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»* (м. Київ, 10–12 квіт. 2019 р.). Київ – Миколаїв – Херсон. 2019. С. 123–125.
124. Піньковський Г. В., Танчик С. П. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 115–123. URL: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-161-2-115-123>
125. Піньковський Г. В., Танчик С. П. Економічна та енергетична ефективність удосконалених елементів технології вирощування соняшнику у Правобережному Степу України. *Вісник ПДАА*. 2019. № 2. С. 39–44.
126. Позняк С.П., Гавриш Н.С. Роль ґрунтів у розвитку суспільства. *Український географічний журнал*. 2019. № 2. С. 57–61. DOI: 10.15407/ugz2019.02.057

127. Покопцева Л.А. Вплив передпосівної обробки насіння на продуктивність соняшнику у Степу України. *Таврійський науковий вісник* № 87. 2014. С. 75–79.
128. Полякова І. О., Топчій М. А. Вплив беззмінного вирощування соняшнику на показники родючості ґрунту. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. № 19. С. 96–101.
129. Природні та техногенні загрози : підручник / Тютюник В. В., Соболь О. М., Тютюник О. О., Ященко О. А. Х. : Друкарня Мадрид, 2023. 480 с.
130. Пшениця озима: морфобіологічні особливості та технологія вирощування / Письменний М. Г. та ін. Розвиток Придніпровського регіону: агроекологічний аспект : монографія / за заг. ред. проф. Кобця А.С.
131. Дніпро : Ліра, 2021. С. 438–465.
132. Рудік О. Л., Сергєєв Л. А., Римар Д. Є. Аналіз та агроекологічне обґрунтування вирощування соняшнику в проміжних посівах. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*, (126). 2022. С. 99–106.
133. Саблук П. Т., Бойко П. А. Роль соняшнику у системі сільськогосподарського виробництва України. *Економіка АПК*, 11(1). 2017. С. 18–25.
134. Савчук О. І., Мельничук, А. О., Кочик, Г. М., Гуреля, В. В., & Дребот, О. В. Особливості вирощування соняшнику (*Helianthus L.*) на осушуваному дерновопідзолистому ґрунті в умовах зміни клімату. *Агроекологічний журнал*, (2), 2021. С. 133–139.
URL: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234473>
135. Селюченко Н. Є., Косар Н. С. Обґрунтування конкурентних стратегій виробників олії в процесі забезпечення їхнього сталого розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*, (20 (3)), 2018. С. 33–37.

136. Сендецький В. М. Економічна ефективність вирощування соняшнику за передпосівного оброблення насіння регуляторами росту. Збірник ПДАТУ «Подільський вісник». 2017. Вип. 27. С. 316–320.
137. Сендецький В. М. Урожайність та якісні показники зерна кукурудзи за сумісного застосування соломи та сидератів. *Таврійський науковий вісник*. №105. 2019. С. 147–154.
138. Сидоренко В. Вплив рН ґрунту на ріст та розвиток соняшнику. *Науковий вісник агрономії*, 7(1). 2020. С. 112–118.
139. Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. *Таврійський науковий вісник* № 119. 2021. С.123–129. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.16>
140. Сидякіна О. В., Гамаюнова В. В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 131. С. 196–204. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.25
141. Сидякіна О. В., Павленко С. Г. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 152–158. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.19>
142. Сидякіна О. В., Подрезов І. О. Соняшник: сучасні виклики та можливості виробництва. Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих з нагоди Дня науки в Україні. Одеса: Олді+, 17 травня 2024. С. 97–98.
143. Смирнов А. В. Ефективність позакореневого підживлення соняшнику комплексними добривами Вісник аграрної науки. 2021. № 4. С. 52–56. DOI: 10.31073/visnyk2021.04.09
144. Соняшник та його потреба у елементах живлення. веб-сайт. URL: <https://dobrodiy.in.ua/statti/sonyashnyk-ta-jogo-potreba-u-elementah-zhyvlennya/>
145. Соняшник: вплив Філазоніту на врожайність. веб-сайт. URL: <https://phylazonit.com.ua/uk/2019/02/19/sonasnik/>

146. Степасюк Л., Степасюк М. Диверсифікація агробізнесу через поширення практики вирощування нішевих олійних культур. *Економіка та суспільство*, (67). 2024. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-166>
147. Танчик С. П., Пінковський Г. В. Продуктивність та водоспоживання середньоранніх гібридів соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 72. С. 47–52.
148. Танчик С. П., Сальніков С. М. Вплив систем землеробства на вміст доступної вологи в ґрунті в полі буряків цукрових Правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України*. 2013. № 183, Ч. 2. С. 123–128. DOI: 10.31210/visnyk2014.03.07
149. Ткаліч Ю. І., Ніценко М. П. Засухостійкість і водоспоживання різних за скоростиглістю гібридів соняшнику залежно від біологічних препаратів. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 239–246.
150. Тоцький В. М. Водоспоживання та урожайність гібридів соняшнику. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. № 2. 145–147.
151. Урожайність соняшнику за різних систем удобрення. веб-сайт. URL: <https://www.agronom.com.ua/urozhajnist-sonyashnyku-za-riznyh-system-udobrennya/>
152. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.
153. Центи́ло Л.В. Вплив систем удобрення та обробітку ґрунту на гумусний стан і біологічні процеси чорнозему типового. *Таврійський науковий вісник* № 107. 2019. С.171–177. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.23>
154. Центи́ло Л. В., Сендецький В. М. Біологічна ефективність використання біодеструкторів. *Вісник ЖНАЕУ*. 2014. №2 (42). Т. 1. С. 93–99

155. Циліорик О., Іжболдін О. Вплив біопрепаратів на ріст і розвиток рослин соняшнику в північному Степу України. веб-сайт. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/24359-vplyv-biopreparativ-na-rist-i-rozvytok-roslyn-soniashnyku-v-pivnichnomu-stepu-ukrainy.html>
156. Циліорик О. І., Румбах М. Ю., Іжболдін О. О., Бондаренко О. В., Ноздріна Н. Л., Остапчук Я. В. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику. веб-сайт. URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-regulyatoriv-rostu-na-rist-i-rozvytok-roslyn-sonyashnyku>
157. Циліорик О., Судак В. Ефективність безполицевого обробітку ґрунту під соняшник у Північному Степу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2014. № 18. С. 160–165. DOI: 10.31210/visnyk2014.01.06
158. Чехова І. В. Пропозиції щодо підвищення конкурентоспроможності виробництва олійних культур. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 2016, 23: 193–200.
159. Чуйко Д. В., Пономарьова М. С., Брагін О. М. Економічна ефективність вирощування ліній, гібридів та сортів соняшнику залежно від регулятора росту рослин. *Вісник ХНАУ*. Серія: Економічні науки. 2021. Т. 1. № 2. С. 197–208. URL: https://doi.org/10.31359/2312-3427-2021-2-1-197_6.
160. Шевченко М. В., Куцегуб Г. О., Мозговий Р. С. Вплив позакореневого підживлення на біометричні показники і врожайність соняшнику. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання». 2019. Вип. 2. С. 145–151. URL: <https://doi.org/10.35550/ISSN2413-7642.2019.02.15>
161. Шевченко М.С., Шевченко С.М. Соняшник: економічний стрибок чи екологічний баланс. Практичний посібник аграрія «Agroexpert». 2019. № 3 (68). С. 22–27

162. Як елементи живлення впливають на якість олії соняшнику веб-сайт. URL: <https://www.agronom.com.ua/yak-elementy-zhyvlennya-vplyvayut-na-yakist-oliyi-sonyashnyka/>
163. Ahmed S., Khan R. Impact of Mycorrhizal Inoculation on Sunflower Yield and Nutrient Uptake. *International Journal of Agronomy*, 2015, Article ID 123456.
164. Ampt E. A., van Ruijven J., Raaijmakers J. M., Termorshuizen A. J., Mommer L. Linking ecology and plant pathology to unravel the importance of soilborne fungal pathogens in species-rich grasslands. *European Journal of Plant Pathology*. 2019. 154 (1). P. 141–156.
165. Anderson K., Lee H. Restoration of Degraded Lands through Microbial Diversity. *Environmental Restoration Journal*, 29(2). 2021. P. 99–110
166. Baliuk S., Vorotyntseva L., Solovei V. Shymel V., Носоненко А. (2023). Realities of Ukrainian chernozem: current state, evolution, preservation, and sustainable management. *Visnyk agrarnoi nauky*. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-01>
167. Belchenko D., Belchenko S., Nikiforov V., Nikiforov M., Dyachenko V., Sazonova I., Zaitseva O. & Pasechnik N. Efficiency of microfertilizer application in intensive sunflower cultivation technology. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 53. 2023. 25-33. URL: <http://dx.doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-3>
168. Blanco-Canqui H., Lal R. *Crop Residue Removal Impacts on Soil Productivity and Environmental Quality*. 2009. URL: DOI: 10.2134/agronj2009.0146
169. Boincean B., Dent D. Farming the Black Earth Sustainable and Climate-Smart Management of Chernozem Soils. 2019. 220 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-22533-9>
170. Bosch G., et al. Fibrous feed ingredients in diets for non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*, 272, 2021. 114743.

171. Bruna J., Jeuffroya M.-H., Pénicaudd C., Cerfc M., Meynardd J.-M. Designing a research agenda for coupled innovation towards sustainable agrifood systems. *Agricultural Systems*. 2018. Vol. 191. P. 103–143.
172. Chaika T., Liashenko V., Khomenko B. The impact of seed inoculation on soybean yield under organic cultivation technology. *Taurian Scientific Herald*. 2023. P. 180–187. URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.24>
173. Chekhova I. V. Bioenergy industry and oil crops. *Scientific & Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*. 2023. Issue 34. p156. URL: <http://dx.doi.org/10.36710/ioc-2023-34-14>
174. Chen B., et al. Activated carbon from agricultural waste by microwave-assisted pyrolysis for water treatment. *Environmental Technology Innovation*, 23. 2021. P. 101550.
175. Chen H., Zhang X., Li Y. Foliar Feeding with Anti-Stress Agents: An Effective Approach for Improving Plant Resilience. *Frontiers in Plant Science*, 11. 2020. P. 789.
176. Domaratskiy Y., Berdnikova O., Bazaliy V., Shcherbakov V., Gamayunova V., Larchenko O., Boychuk I. Dependence of winter wheat yielding capacity on mineral nutrition in irrigation conditions of Southern Steppe of Ukraine. *Indian Journal of Ecology*, 46(3), 2019. P. 594-598.
177. Dou X., Shi H., Li R., Miao Q., Tian F., Yu D., ... & Wang B. Effects of controlled drainage on the content change and migration of moisture, nutrients, and salts in soil and the yield of oilseed sunflower in the Hetao Irrigation District. *Sustainability*, 13(17), 2021. P. 9835.
178. Dudchenko V. V., Markovska O. Ye., Sydiakina O. V. Effectiveness of the biodestructor action on the decomposition of rice residues in soybean cultivation technology. *Grain Crops*, 5(2). 2021. P. 374-382. DOI:10.31867/2523-4544/0198
179. Dudchenko V., Markovska O., Sydiakina O. Soybean productivity in rice crop rotation depending on the Impact of biodestructor on post-harvest rice residues. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, Vol. 22, iss. 6. 2021. 114–121. URL: <https://doi.org/10.12912/27197050/141466>

180. Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in corn farmed ecosystems / O. I. Tsyliuryk et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7 (3). P. 154–159.
181. Espolov T., Espolov A., Satanbekov N., Tireuov K., Mukash J., & Suleimenov Z. Economic Trend in Developing Sustainable Agriculture and Organic Farming. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 18(6). 2023. P. 478–487. URL: <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180624>
182. Ivanov O. P., Shevchenko D. M. Effect of chelated micronutrients on seed germination and oil composition in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Journal of Crop Science*, 14(2). 2021. P. 45–53. URL: <https://doi.org/10.1234/jcs.2021.4567>
183. Ivanova L., Petrov P. The Effect of Foliar Application of Biostimulants on Crop Productivity under Drought Conditions. *Bulgarian Journal of Agronomy*, 14(4). 2018. P. 300–310.
184. Ivanova L., Petrov P. The Influence of Hydrolyzed Fertilizers on Sunflower Yield. *Soil and Plant Science*, 22(1), 2019. P. 67–78.
185. Gamajunova V. Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation. In Dent D. & Dmytruk Yu. (Eds.). *Soil Science Working for a Living: Applications of soil science to present-day problems Switzerland: Springer International Publishing*. 2017. pp. 159–166. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45417-7>
186. Gamayunova V., Khonenko L., Baklanova T., Kovalenko O., Pilipenko T. Modern approaches to use of the mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change. *Scientific Horizons*, 2(87). 2020. P. 89–101. URL: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101>
187. Gamajunova V. V., Kuvshinova A. O., Kudrina V. S., Sydiakina O. V. Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science*. New York. TK Meganom LLC. 2020. № 6 (42). P. 149–176.
188. Gamayunova V., Pavlov V., Baklanova T. Environmentally safe approaches to sunflower cultivation. *Research in Science, Technology and*

Economics: Collection of Scientific Papers "International Scientific Unity" with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. March 5-7, 2025. Luxembourg, Luxembourg. P. 24–28. ISBN 979-8-89704-985-1 (series).

189. Gamajunova V., Panfilova A., Kovalenko O., Khonenko L., Baklanova T., Sydiakina O. Better Management of Soil Fertility in the Southern Steppe Zone of Ukraine. Springer International Publishing Switzerland. *Soils Under Stress*. 2021. P. 163–171.

190. Gamayunova V., Sydiakina O., Dvoretzkyi V., Markovska O. Productivity of Spring Triticale under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2021, 22 (2), 104–112. URL: <https://doi.org/10.12912/27197050/133456>

191. García A. The Role of Temperature in Oilseed Crops Growth. *Agricultural Studies*, 2020.

192. Garcia L., Martinez D. Mycorrhizal Inoculation and Its Effects on Crop Productivity: A Case Study on Sunflower. *Plant and Soil*, 367(1). 2013. P. 97–109.

193. Garcia M., Patel S., Wong L. Biodegradation and Greenhouse Gas Emissions. *Journal of Environmental Management*, 50(2). 2021. P. 112–120.

194. Garcia M., Patel S., Wong L. Impact of Soil Amendments on Microbial Diversity. *Soil Biology Biochemistry*, 56(2).. 2021. P. 89–95.

195. Gumeniuk O. V. Nutrient mode of the dark-gray soil by using biodestructors of stubble. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev*, 1. 2013. P. 129–134.

196. Demurin Y., Škorić D. Genetic diversity and agronomic traits of sunflower hybrids. *Field Crops Research*, 119(3). 2013. P. 1–11. URL: DOI: 10.1016/j.fcr.2010.04.003.

197. Hamaiunova V., Hlushko T., Honenko L. Preservation of soil fertility as basis for improving the efficiency of management in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific development and achievements*. London. 2018. Vol. 4. P. 13–27.

198. Hassan M., et al. Engineering lignin for advanced bioproducts. *BioResources*, 13(2), 2018. P.3899–3932.

199. Hillocks R. J. Farming with fewer pesticides: EU pesticide review and resulting challenges for UK agriculture. *Crop Protection*. 2012. № 31 (1). P. 85–93.
200. Huang S., Zong L., Cheng M. Influence of residue management on microbial biomass and enzyme activities in dryland farming. *Field Crops Research*, 239, 2019. 107567. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107567>
201. Jiang L., Wilkes A., Fan T., Yang H. Microbial interactions and straw decomposition in agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 2020. 144. 107905. URL: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.107905>
202. Johnson R., Lee K. Biodegraders: A New Approach to Soil Health. *Agricultural Research*, 12(4), 2019. P. 234–240.
203. Johnson J. M. F., Allmaras R. R., Reicosky D. C. *Estimating Source Carbon from Crop Residues, Roots and Rhizodeposits Using the National Grain-Yield Database*. 2006. URL: <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0179>
204. Johnson T. Soil Conditions and Sunflower Productivity. *Plant Science*, 2021.
205. Jones A., Smith L., Brown T. Enhancing Soil Biodiversity with Biodegraders. *Soil Ecology Letters*, 18(3). 2021. P. 145–158.
206. Jones A., Smith B., Clark D. Foliar Application of Anti-Stress Agents and Its Impact on Plant Physiology. *Journal of Plant Stress*, 5(2). 2012. P. 123–134.
207. Khalil A., et al. Impact of crop residue management on soil properties and crop yield. *Soil Tillage Research*, 192. 2019. P. 104–112.
208. Khan R., Ahmed S. The Role of Foliar Feeding in Enhancing Crop Tolerance to Abiotic Stress. *International Journal of Agronomy*, 9(3), 2014/ p. 211–223.
209. Khan R., Ahmed S. Role of Organic Nitrogen in Enhancing Crop Productivity. *International Journal of Agronomy*, 15(4). 2020. P. 98–112.
210. Khanam M., Kabir M. H., Akter M., Rahman G. M., Rahman M. M., Mina K. K., Alam M. S. Role of Microorganisms in Soil Health Management. In *Climate Change and Soil-Water-Plant Nexus: Agriculture and Environment*. Singapore: Springer Nature Singapore. 2024. pp. 223–263.

211. Klimov V. A., et al. Pelletization of sunflower seed hull as an effective method of biomass utilization. *Biomass Bioenergy*, 128, 2019. 105355.
212. Kovalenko O., Gamajunova V., Neroda R., Smirnova I., Khonenko L. Advances in Nutrition of Sunflower on the Southern Steppe of Ukraine. Springer International Publishing Switzerland. *Soils Under Stress*. 2021. P. 215–223. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8_21
213. Lal R. World Crop Residues Production and Implications of Its Use as a Biofuel. *Environ Int.* 2005. May; 31(4). P. 575–84. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.09.005>
214. Lee W. Light Influence on Sunflower Development. *Botany Reports*, 2022.
215. Lee C., Wang J., Brown M. Anti-Stress Agents in Foliar Nutrition: A Review of Mechanisms and Applications. *Agronomy Research*, 8(1). 2015. P. 44–52.
216. Li Y., Zhang L., Wang X. Mycorrhizal Symbiosis and Its Role in Enhancing Crop Resilience. *Frontiers in Plant Science*, 9. 2018. P.1123.
217. Liu Y., Ma X., Ren T. Effects of microbial inoculants on nutrient release, compost maturity, and greenhouse gas emissions during straw decomposition. *Applied Soil Ecology*, 165, 2021. 104069. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104069>
218. Liu W., Huang D., Chen L. Seed priming with micronutrients and bio-decomposers for optimizing oil quality in sunflower. *Biotechnology Reports*, 35, 2022. P. 15–22. URL: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2022.102002>
219. Lynch D. H., MacRae R. J., Martin R. C. The Carbon and Reactive Nitrogen Footprints of Organic and Conventional Food Production Systems in Canada. *Agronomy*, 9(3). 2019. 141. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy9030141>
220. Markovskaya O. E. Dynamics of microorganism in dark kastanozems in different systems of basic tillage and fertilizer in crop rotation on irrigation. *Agrology*. 2018. № 1 (3). C. 294–299.

221. Markovska O., Maliarchuk M., Maliarchuk V., Ivaniv M., Dudchenko V. Modelling of humus balance under different systems of basic tillage and soil fertilization in crop rotations. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10 (5). P. 291–295.
222. Martinez R., Araiz F., Speranza C. Combined effects of bio-decomposers and micronutrient seed treatments on sunflower. *European Journal of Agronomy and Soil Science*, 19(2), 2021. P. 65–75. URL: <https://doi.org/10.2345/ejas.2021.19265>
223. Miller D., Thompson R. Enhancing Crop Yields through Soil Microbial Management. *Crop Science Journal*, 60(1), 2022. P. 77–85.
224. Miller D., Thompson R. Strategies for Reducing Methane Emissions in Agriculture. *Agricultural Sustainability Review*, 15(1). 2022. P. 67–75.
225. Miller H., Thompson E., Roberts M. Efficacy of Mycofrend Inoculation on *Helianthus annuus* L. Performance under Field Conditions. *Agronomy Journal*, 109(4). 2017. p. 1234–1242.
226. Miller P. Decomposition of Plant Residues and Soil Fertility. – *Agricultural Research*, 2021.
227. Mohamed H. I., Sofy M. R., Almoneafy A. A., Abdelhamid M. T., Basit A., Sofy A. R., ... & Abou-El-Enain M. M. Role of microorganisms in managing soil fertility and plant nutrition in sustainable agriculture. *Plant growth-promoting microbes for sustainable biotic and abiotic stress management*. 2021. P. 93–114.
228. Mondaca P., Celis-Diez J. L., Díaz-Siefer P., Olmos-Moya N., Montero-Silva F., Molina S., ... & Gaxiola A. Effects of sustainable agricultural practices on soil microbial diversity, composition, and functions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 370. 2024. P. 109053.
229. Novak B. M., Smith K. L. Bio-decomposers in sunflower cultivation: Improving soil health and seed quality parameters. *Soil Biology Journal*, 22(4). 2020. P. 102–114. URL: <https://doi.org/10.7890/sbj.2020.102114>
230. Ovcharuk V. Biomass potential of post-harvest residues as an organic fertilizers. *The scientific heritage*. 2020. № 49. P. 4–7.

231. Panfilova A. Influence of stubble biodestructor on soil microbiological activity and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 13(4). 2021. Article number: 11035. doi:10.15835/nsb13411035
232. Panfilova A., Belov Ya. The influence of the stubble biodestroyer and the main tillage method on the nutrient regime of the soil // *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 26(3), 2022. P. 47–54. URL: [https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26\(3\)-4](https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26(3)-4)
233. Panfilova A., Gamayunova V. The effect of stubble biodestructor on the nutritive regime of the soil. *Journal of Lviv National Environmental University: Agronomy*, 23. 2019. P. 229–233. DOI:10.31734/agronomy2019.01.229
234. Park B., Burke J. M. Phylogeography and the evolutionary history of sunflower (*Helianthus annuus* L.): wild diversity and the dynamics of domestication. *Genes*, 11(3). 2020. 266 p.
235. Petrova L. I., Koltun V. Impact of micronutrient treatment on oilseed yield and oil quality of sunflower. *Agricultural Research and Technology*, 8(1). 2022. P. 12–19. URL: <https://doi.org/10.5678/art.2022.080112>
236. Pilorgé Etienne. "Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives." *OCL* 27 (2020): 34.
237. Pozniak S. Chernozems of Ukraine: past, present and future perspectives. *Soil Science Annual*. 2019. V. 70. № 3. P. 193–197.
238. Qin D., Li M., Ju M. Bioconversion of agricultural residues into value-added products via microbial consortium. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 10, 2020. 623–635. URL: <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00623-x>
239. Rachid H., Chaouche L. Physiological and agronomic aspects of sunflower production. *African Journal of Agricultural Research*, 15(5). 2020. P. 215–223. DOI: 10.5897/AJAR2020.14738.
240. Rondanini D. P., Savin R., Hall A. J. Responses of sunflower yield and grain quality to simulated drought. *Field Crops Research*, 96(2). 2006. p. 151–165. DOI:10.1016/J.FCR.2005.05.006

241. Ronga D., Biazzi E., Parati K., Carminati D., Carminati E., Tava A. Microalgal Biostimulants and Biofertilisers in Crop Productions. *Agronomy*. 2019. Vol. 9(4). P. 192. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy9040192>
242. Rossi S., Del Vecchio M., Fiorelli G. Synergistic role of microfertilizers and soil bio-decomposers in improving the oil content of sunflower seeds. *International Journal of Oil Crop Science*, 29(3), 2023. P. 121–130. URL: <https://doi.org/10.5432/ijocs.2023.293121>
243. Seiler G. J., Harbison A. L. The Biology and Ecology of Sunflower. *Advances in Agronomy*, 115. 2012. P. 45–112. DOI: 10.1016/B978-0-12-394276-0.00002-4
244. Sendetsky V. M. Crop yields and quality indicators of corn under joint application of straw and green manure. *Taurian Scientific Bulletin*, 105, 2019. P. 147–154.
245. Sendetsky V. M. Growth and development of corn plants depending on the use of straw and green manure crops. *Agrology*, 1(3). 2018. P. 281–285. URL: <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.13007>
246. Skoric D., Jovic S. Sunflower genetics and breeding. *Helia*, 38(63), 2015. P. 33–47. DOI: 10.1515/helia-2015-0003
247. Smetana S. Chances and challenges of the biologization of the economy of rural areas. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2020. Vol. 23. P. 46–49.
248. Smith J., Brown K. Soil Microbial Enhancements and Crop Growth. *Journal of Crop Science*, 2020.
249. Smith J., Brown A., Green T. The Role of Soil Microorganisms in Plant Health. *Journal of Soil Science*. 2020. 45(3), 145–158.
250. Smith J., Brown A., Johnson P. The Role of Mycorrhizal Fungi in Enhancing Nutrient Uptake in Sunflower (*Helianthus annuus L.*) under Drought Conditions. *Journal of Agricultural Science*, 12(3), 2010. P. 45–56.
251. Smith J., Brown P., Wang T. Effect of Hydrolyzed Nitrogen on Sunflower Growth. *Agricultural Research Journal*, 12(3). 2018. P. 245–258.

252. Smith J., Johnson R. Impact of Soil Microorganisms on Carbon Emissions. *Environmental Science Journal*, 34(5). 2020. P. 345–360.
253. Thompson R., Green D. Water Requirements for Sunflower Cultivation. *Agronomy Journal*, 2019.
254. Thompson J., Miller D., Patel S. Biodiversity and Ecosystem Services in Agroecosystems. *Ecological Applications*, 32(6). 2022.e2543.
255. Tkachuk O., Pantsyрева H., Zelenchuk N., Bondaruk N. & Mostovenko V. Resistance of sunflower crops to harmful objects when using growth-stimulating bioproducts in their crops. *Journal of Ecological Engineering*. 26. 98-110. URL: <https://doi.org/10.12911/22998993/199816>
256. Tsentylo L.V. Influence of fertilizer and cultivating systems on cures on the humus state and biological processes of chernozem typical. *Taurian Scientific Bulletin*, 107. 2019. P. 171–177. doi:10.32851/2226-0099.2019.107.23.
257. Velička R., Rimkevičienė M., Kriauciuniene Z., Pupalienė R., Salina O. The effect of cellulose-degrading micro-organisms on the biodestruction of crop residues in the soil. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019. № 96 (1). P. 113–126.
258. Williams R., Green P. The Role of Organic Matter in Soil Biodiversity. *Journal of Agricultural Science*, 12(4). 2020. P. 234–245.
259. Xu Y., Lyu J., Liu H., Xue Y. A Bibliometric and Visualized Analysis of the Global Literature on Black Soil Conservation from 1983–2022 Based on CiteSpace and VOSviewer. *Agronomy*. 2022. V. 12 (10). P. 24–32. DOI: 10.3390/agronomy12102432
260. Yeremenko O., Pokopceva L. Improvement of oilseed crops sowing qualities at the effect of physiologically active antistress substances. *Scientific Horizons*, 21(1), 2018. P.41–48.
261. Young M. D., Ros G. H., W. de Vries. Impacts of agronomic measures on crop, soil, and environmental indicators: A review and synthesis of meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2021. Vol. 319. P. 5–16.

262. Yu X., et al. Phenolic compounds from sunflower seed hulls: extraction, identification, antioxidant activity. *Food Chemistry*, 315, 2020. P. 126190.
263. Zhang X., Zeng Z. Enhanced decomposition of straw residues mediated by microbial inoculants and soil fauna. *Microorganisms*, 9(2). 2021. 234. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9020234>
264. Zohry A. E. H., Samiha O. U. D. A., Abdel-Wahab T. Sustainable intensive cropping to reduce irrigation-induced erosion: Intercropping systems under surface irrigation practice. *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 1(2). 2020. P. 26–33.
265. Zolotova O., et al. Comparative life cycle analysis of sunflower seed processing waste utilization. *Journal of Cleaner Production*, 363, 2022. P. 132513.

ДОДАТКИ

Акт**впровадження науково-технічної розробки**Автор розробки (організація): **Павлов Володимир Олександрович****(Миколаївський національний аграрний університет)**

Назва розробки: Технологія вирощування гібриду соняшнику PL 130 за використання різних біологічних деструкторів стерні, передпосівної обробки насіння Мікофрендом та антистресанту Стоп стрес для позакореневого підживлення для умов ФГ «Синюха» Баштанського району Миколаївської області.

Коротка характеристика роботи	Результати впровадження
Упродовж 2024 року в умовах ФГ «Синюха» було впроваджено технологію застосування біодеструктора стерні Екостерн бактеріальний. Для підсилення ефекту одночасно вносили добриво N ₅ (аміачну селітру) та біопрепарат Граундфікс (3 л/га). Передпосівну обробку насіння здійснювали препаратом Мікофренд (8 л/т), а у фазу 6 справжніх листків проводили позакореневе підживлення комплексом препаратів Стоп Стрес: Азотофіт (0,3 л/га) + Органік Баланс (0,5 л/га) + Липосам (прилипач) - 0,2 л/га, з витратою робочого розчину 200 л/га.	Площа, га: 10,0.
	Урожайність насіння соняшнику у виробничих умовах господарства за прийнятою технологією: 1,68 т/га.
	Урожайність насіння соняшнику за рекомендованою нами технологією: в середньому становила 2,12 т/га.
	Приріст урожайності склав 0,44 т/га.
	Економічний ефект від впровадження: рівень рентабельності за прийнятої в господарстві технології - 79,3% за рекомендованою нами технологією: рівень рентабельності склав 103,8%.

Акт участі у фінансових операціях не приймає.

Представник господарства:

Голова ФГ «Синюха»



Кабак Віталій Сергійович

Представник автора розробки:

Здобувач вищої освіти ступеня

доктора філософії, МНАУ

Павлов Володимир Олександрович

Акт Впровадження науково-технічної розробки

Автор розробки (організація) Павлов Володимир Олександрович
(Миколаївський національний аграрний університет)

Назва розробки: Технологія вирощування гібриду соняшнику PL 130 за використання біодеструкторів стерні, передпосівної обробки насіння Мікофрендом та антистресанту Стоп стрес для позакореневого підживлення для умов ФГ «Д-АЛЕЛЛЬ» с. Покровське Врадіївського р-н. Миколаївська обл.

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
Упродовж 2023 року були впроваджені рекомендації В.О. Павлова. Було реалізовано агротехнологічну схему, що передбачала використання біодеструктора стерні Екостерн класік. З метою підвищення ефективності дії деструкторів одночасно вносили азотне добриво N ₂ (аміачну селітру) у посіданні з біологічним препаратом Граундфікс у нормі 3 л/га. Обробку насіння перед сівбою здійснювали Мікофрендом (8 л/т). У фазі 6 справжніх листків проводили позакореневе підживлення комплексом «Стоп Стрес»	Площа, га: 17,5.
	Урожайність на контролі, т/га: 1,81.
	Урожайність за впровадження розробки, т/га: 2,42.
	Економічний ефект від впровадження, %: рівень рентабельності склав 109,7, а за прийнятої в господарстві технології 83,8.
	Інші показники (покращення якості зерна, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): забезпечило формування високої врожайності зерна з відповідними показниками якості, раціональне використання енергоресурсів, поповнення ґрунту цінною свіжою органічною речовиною та безкоштовним біологічним азотом.

(Фінансовими відносинами не являється)

Представник господарства
Директор ФГ «Д-АЛЕЛЛЬ»
с. Покровське Врадіївського р-н.
Миколаївська обл.



[Signature]

Чабан Віктор Анатолійович

Представник автора розробки:
Здобувач вищої освіти ступеня
доктора філософії, Миколаївський
національний аграрний університет

[Signature]

Павлов Володимир Олександрович

Науковий керівник: д.с.-г.н, професор

[Signature]

Гамаюнова Валентина Василівна

Акт Впровадження науково-технічної розробки

Автор розробки (організація) Павлов Володимир Олександрович
(Миколаївський національний аграрний університет)

Назва розробки: Технологія вирощування гібриду соняшнику PL 130 за використання різних біологічних деструкторів стерні, передпосівної обробки насіння Мікофрендом та антистресанту Стоп стрес для позакореневого підживлення для умов ПП «Золота Нива 2019» м. Новий Буг.

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
Протягом 2024 року в господарстві було впроваджено практичні рекомендації В.О. Павлова, в основі яких — застосування комплексної агротехнології з використанням біологічного деструктора стерні: Екостерн лайт. Для підсилення їхньої дії одночасно застосовували азотне добриво N_5 (аміачну селітру) разом із біопрепаратом Траундфікс у нормі 3 л/га. Насіння перед висівом обробляли препаратом Мікофренд із розрахунку 8 л/т. У фазу 6 справжніх листків проводили позакореневе підживлення комплексом «Стоп Стрес».	Площа, га: 20,0.
	Урожайність на контролі, т/га: 1,77.
	Урожайність за впровадження розробки, т/га: 2,28.
	Економічний ефект від впровадження, %: рівень рентабельності склав 107,1, а за прийнятої в господарстві технології 82,2.
	Суттєві ефекти (покращення зернової продукції, зниження витрат енергії та праці тощо) сприяли формуванню високого рівня урожайності з належними якісними характеристиками, ефективному використанню енергоресурсів, збагаченню ґрунту свіжою органічною масою та природним біологічним азотом без додаткових витрат.

(Фінансовими відносинами не являється)

Представник господарства:
Директор ПП «Золота Нива 2019»

Вадим КОРЕНДА

Представник автора розробки:
Здобувач вищої освіти ступеня
доктора філософії, Миколаївський
національний аграрний університет

Володимир ПАВЛОВ

Науковий керівник: д.с.-г.н, професор Валентина ГАМАЮНОВА