

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МЕЛЬНИК МИКОЛА АНДРІЙОВИЧ

УДК 631.95:633.854.54:632.338

ДИСЕРТАЦІЯ
**АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО НА ОСНОВІ
МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ**

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

_____ М. А. Мельник

Науковий керівник:

Заєць Сергій Олександрович

доктор сільськогосподарських наук,
професор

Одеса – 2025

АНОТАЦІЯ

Мельник М. А. Агробіологічне обґрунтування технології вирощування льону олійного на основі мікробіологічних препаратів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Одеса, 2025.

У дисертаційній роботі представлено агробіологічне обґрунтування та результати експериментальних досліджень, спрямованих на вивчення технологічних підходів до вирощування льону олійного із застосуванням мікробіологічних препаратів в умовах агроценозів органічного землеробства. Зниження впливу несприятливих природних чинників забезпечується шляхом удобрення та біологічного захисту рослин від шкідливих організмів на основі багатофункціональних комплексних мікробіологічних засобів, до складу яких входять різні біологічно активні речовини та корисні мікроорганізми (бактерії, гриби). Їхній склад зумовив застосування різних способів внесення, що, у свою чергу, вимагало розроблення варіативних методів впливу на ріст і розвиток рослин різних сортів льону олійного.

Аналіз наукових праць вітчизняних і зарубіжних дослідників засвідчує, що для ефективного вирощування льону олійного в умовах органічного землеробства та забезпечення максимальної реалізації його продуктивного потенціалу необхідним є використання інноваційних мікробіологічних препаратів у системах живлення та захисту рослин.

Ґрунтово-кліматичні умови Південного Степу України загалом відповідають біологічним потребам льону олійного. Водночас нестача вологи та надмірне теплове забезпечення зумовлюють те, що культура повною мірою реалізує свій врожайний потенціал лише у роки з достатнім рівнем атмосферних опадів. Метеорологічні умови періоду проведення досліджень характеризувалися певними відхиленнями температурного режиму та

варіюванням кількості опадів. Зокрема, протягом вегетаційного періоду льону олійного (квітень–липень) у 2023 році випало 157,3 мм опадів, у 2024 році – 145,5 мм, а у 2025 році – 123,7 мм, що порівняно із середньобогаторічною нормою 154 мм свідчить про тенденцію до зниження вологозабезпечення.

Виявлено, що технічна ефективність біологічних препаратів фунгіцидної та інсектицидної дії в органічних системах захисту льону олійного від хвороб і шкідників на сорті Орфей становила відповідно 15,5–37,8 % та 18,6–39,1 %, тоді як на сорті Живинка – 14,0–34,1 % та 13,2–38,8 %. Зазначені показники варіювали залежно від шкідливих організмів і комплексу препаратів.

Тривалість вегетаційного періоду сортів Орфей і Живинка у середньому за роки досліджень становила відповідно 94 і 95 діб, причому оброблення насіння мікробними препаратами не впливало на цей показник. Разом з тим, передпосівне застосування мікробних препаратів сприяло підвищенню польової схожості: у сорту Орфей – на 3,8–5,3 %, у сорту Живинка – на 2,6–3,6 %. Виявлено тісний позитивний кореляційний зв'язок між польовою схожістю та урожайністю: коефіцієнт кореляції становив $r = 0,932$ для сорту Орфей та $r = 0,960$ для сорту Живинка.

Також застосування мікробіологічних препаратів та їх комбінацій зумовлювало збільшення висоти рослин сорту Орфей на 0,6–3,2 см, а сорту Живинка — на 0,8–2,2 см. За даними кореляційного аналізу, у фазу дозрівання культури між висотою рослин і врожайністю встановлено сильну залежність: $r = 0,8236$ для сорту Орфей та $r = 0,744$ для сорту Живинка. Оброблення насіння сортів Орфей і Живинка комплексом препаратів *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком^H (0,1 л/т) забезпечило підвищення добового приросту сухої речовини відповідно на 0,14 і 0,11 г/м² порівняно з контролем. Встановлено тісний позитивний кореляційний зв'язок між накопиченням сухої речовини у фазі «цвітіння» та урожайністю: $r = 0,864$ для сорту Орфей та $r = 0,854$ для сорту Живинка.

Під впливом мікробіологічних препаратів і їхніх комбінацій відзначено

зростання асиміляційної поверхні листків, збільшення фотосинтетичного потенціалу та підвищення чистої продуктивності фотосинтезу льону олійного обох сортів.

У структурі сумарного водоспоживання льону олійного сортів Орфей і Живинка, вирощуваних в органічній сівозміні після пшениці озимої, частка ґрунтової вологи становила 55,2–55,8 %, тоді як частка корисних опадів – 44,2–44,8 %. Застосування мікробіологічних препаратів зумовлювало збільшення загального водоспоживання: у сорту Орфей – на 26–55 м³/га, у сорту Живинка – на 10–46 м³/га. Попри певне підвищення водоспоживання, завдяки зростанню продуктивності за використання мікробіологічних препаратів спостерігалось більш раціональне використання вологи на формування 1 т насіння. Зокрема, у сортів Орфей і Живинка цей показник становив відповідно 2249–2601 м³/т та 2484–2857 м³/т, тоді як у контрольному варіанті — 2670 м³/т і 3043 м³/т, що на 69–421 м³/т та 186–559 м³/т більше порівняно з дослідними варіантами.

Найвищі концентрації нітратного азоту в усіх досліджуваних горизонтах ґрунту фіксувалися у фазі «сходів», тоді як мінімальні значення спостерігалися під час дозрівання насіння, що свідчить про активне засвоєння азоту рослинами. У варіантах із використанням мікробних препаратів, зокрема за дворазового внесення Екофосфору в комбінації з Біоспектром БТ і Метаризином БТ, а також за триразового використання бакової суміші *Bacillus sp.4*, Фітовіту та Аверком^Н, зниження загального вмісту нітратів у шарі 0–40 см відбувалося інтенсивніше. Це свідчить про підвищення доступності поживних елементів і поліпшення умов мінерального живлення. На відміну від нітратного азоту, вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію на всіх варіантах живлення протягом періоду від появи сходів до досягання насіння залишався стабільно високим і не демонстрував суттєвих змін у динаміці.

Мікробіологічні дослідження засвідчили виражений стимулюючий вплив застосованих біопрепаратів на розвиток у кореневій зоні льону олійного агрономічно цінних груп мікроорганізмів, що беруть участь у трансформації

сполук азоту, фосфору та гумусу.

Застосування мікробних препаратів у технології вирощування льону олійного сортів Орфей і Живинка сприяє покращенню формування основних елементів структури врожаю. Найвищу ефективність продемонструвало триразове внесення композиції *Bacillus sp.4* + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015 + хітоза), за якого кількість коробочок збільшувалася на 15,0 % у сорту Орфей та на 13,1 % у сорту Живинка. За цього ж варіанта у сорту Орфей спостерігалось формування крупнішого насіння – маса 1000 насінин зростала на 5,6 %.

У більшості варіантів дворазове застосування Екофосфोरину (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter*, *B. megaterium*) у поєднанні з Біоспектром БТ (*Pseudomonas*, титр $\geq 5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) та Метаризином БТ (*Metarhizium*, титр $\geq 2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) забезпечувало збільшення кількості коробочок і насінин з однієї рослини на 9,8–13,3 % та 12,3–15,8 % відповідно. Крім того, підвищувалися маса 1000 насінин (на 1,3–3,9 %) та маса насіння з однієї рослини (на 8,8–19,0 %). Дещо кращі результати щодо формування структурних елементів урожаю спостерігали у сорту Живинка.

Встановлено вплив агрометеорологічних умов року та застосування мікробних препаратів для обробки насіння і рослин на врожайність сортів Орфей і Живинка в системі органічного землеробства Південного Степу України. Підвищення врожайності на обох сортах було подібним і становило 0,09–0,17 т/га. За використання найбільш ефективного біологічного комплексу додатково зберігалася врожайність на рівні 0,16 т/га у сорту Орфей та 0,17 т/га у сорту Живинка.

Оброблення насіння препаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з подальшим внесенням у фазі ВВСН-19 препаратів Екофосфорин (1,0 л/га) та Біоспектр БТ (3,0 л/га), а у фазі ВВСН-60 – Біоспектр БТ (3,0 л/га) та Метаризин (3,0 л/га). Альтернативною є схема застосування комплексу *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком^Н (0,1 л/т) з внесенням у ВВСН-19 *Bacillus sp.4* (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком^Н (0,1 л/га) забезпечували формування

насіння з вмістом олії на рівні 46,10–47,86 % та білка – 17,94–19,04 %.

Встановлено, що максимальне значення умовно чистого прибутку – 10722 грн/га при рівні рентабельності 89 % – забезпечує сорт Орфей за умови передпосівного оброблення насіння комплексом мікробіологічних препаратів *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ас-5025) (0,05 л/т) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* IMB Ас-5015 + хітоза) (0,1 л/т) з подальшим внесенням зазначеного комплексу у фазі ВВСН-19.

Для сорту Живинка найвищий умовно чистий прибуток – 9499 грн/га з рівнем рентабельності 84 % отримано за оброблення насіння тим самим комплексом мікробіологічних препаратів: *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ас-5025) (0,05 л/т) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* IMB Ас-5015 + хітоза) (0,1 л/т).

Ключові слова: льон олійний, сорт, мікробні препарати, ростові процеси, фотосинтетична діяльність, водоспоживання, вміст НРК. мікроорганізми, урожайність, економічна ефективність.

ANOTATION

Melnik M. A. Agrobiological justification of the technology of growing oil flax based on microbiological preparations. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the Doctor of Philosophy degree in specialty 201 "Agronomy". – Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, 2025.

The dissertation presents agrobiological justification and results of experimental studies aimed at studying technological approaches to growing oil flax using microbiological preparations in the conditions of organic farming agrocenoses. The impact of unfavorable natural factors is reduced by fertilizing and biologically protecting plants from harmful organisms using multifunctional complex microbiological agents, which contain various biologically active

substances and beneficial microorganisms (bacteria, fungi). Their composition determined the use of various methods of application, which, in turn, required the development of variable methods of influencing the growth and development of plants of different varieties of oil flax.

An analysis of scientific works by domestic and foreign researchers shows that for the effective cultivation of oil flax in organic farming and to ensure maximum realization of its productive potential, it is necessary to use innovative microbiological preparations in plant nutrition and protection systems.

The soil and climatic conditions of the Southern Steppe of Ukraine generally meet the biological needs of oil flax. At the same time, lack of moisture and excessive heat mean that the crop only fully realizes its yield potential in years with sufficient atmospheric precipitation. The meteorological conditions during the research period were characterized by certain deviations in temperature and variations in precipitation. In particular, during the growing season of oil flax (April–July), 157.3 mm of precipitation fell in 2023, 145.5 mm in 2024, and in 2025–123.7 mm, which, compared to the long-term average of 154 mm, indicates a downward trend in moisture supply.

It was found that the technical efficiency of biological fungicides and insecticides in organic systems for protecting oil flax from diseases and pests in the Orfei variety was 15.5–37.8% and 18.6–39.1%, respectively, while for the Zhyvynka variety, it was 14.0–34.1% and 13.2–38.8%, respectively. These indicators varied depending on the harmful organisms and the complex of preparations.

The average length of the growing season for the Orfei and Zhyvynka varieties over the years of research was 94 and 95 days, respectively, and the treatment of seeds with microbial preparations did not affect this indicator. At the same time, the pre-sowing application of microbial preparations contributed to an increase in field germination: in the Orfei variety by 3.8–5.3%, and in the Zhyvynka variety by 2.6–3.6%. A close positive correlation was found between field germination and yield: the correlation coefficient was $r = 0.932$ for the Orfei variety and $r = 0.960$ for the

Zhyvynka variety.

The use of microbiological preparations and their combinations also resulted in an increase in plant height of 0.6–3.2 cm for the Orfei variety and 0.8–2.2 cm for the Zhyvynka variety. According to the correlation analysis, a strong dependence was established between plant height and yield during the ripening phase: $r = 0.8236$ for the Orfei variety and $r = 0.744$ for the Zhyvynka variety. Treatment of Orfei and Zhyvynka seeds with a complex of *Bacillus* sp.4 (1.0 l/t) + FitoVit (0.05 l/t) + Averkom^H (0.1 l/t) preparations resulted in an increase in daily dry matter growth by 0.14 and 0.11 g/m², respectively, compared to the control. A close positive correlation was established between dry matter accumulation in the “flowering” phase and yield: $r = 0.864$ for the Orfei variety and $r = 0.854$ for the Zhyvynka variety.

Under the influence of microbiological preparations and their combinations, an increase in the assimilation surface of leaves, an increase in photosynthetic potential, and an increase in the net productivity of photosynthesis of oil flax of both varieties were noted.

In the structure of total water consumption of oil flax varieties Orfei and Zhyvynka, grown in organic crop rotation after winter wheat, the share of soil moisture was 55.2–55.8%, while the share of useful precipitation was 44.2–44.8%. The use of microbiological preparations led to an increase in total water consumption: by 26–55 m³/ha for the Orfei variety and by 10–46 m³/ha for the Zhyvynka variety. Despite a certain increase in water consumption, thanks to the increase in productivity when using microbiological preparations, a more rational use of moisture per 1 ton of seeds was observed. In particular, for the Orfei and Zhyvynka varieties, this indicator was 2249–2601 m³/t and 2484–2857 m³/t, respectively, while in the control variant it was 2670 m³/t and 3043 m³/t, which is 69–421 m³/t and 186–559 m³/t more compared to the experimental variants.

The highest concentrations of nitrate nitrogen in all studied soil horizons were recorded in the “sprouting” phase, while the lowest values were observed during seed ripening, indicating active nitrogen uptake by plants. In variants using

microbial preparations, in particular with two applications of Ekofosforin in combination with Biospektr BT and Metarizin BT, as well as with three applications of the tank mixture *Bacillus* sp.4, Fitovita, and Averkom^H, the reduction in the total nitrate content in the 0–40 cm layer was more intense. This indicates an increase in the availability of nutrients and improved mineral nutrition conditions. Unlike nitrate nitrogen, the content of mobile forms of phosphorus and exchangeable potassium in all nutrition variants remained consistently high during the period from emergence to seed ripening and did not show significant changes in dynamics.

Microbiological studies have shown a pronounced stimulating effect of the applied biological products on the development of agronomically valuable groups of microorganisms in the root zone of oil flax, which are involved in the transformation of nitrogen, phosphorus, and humus compounds.

The use of microbial preparations in the cultivation technology of oil flax varieties Orfei and Zhyvynka contributes to the improvement of the formation of the main elements of the crop structure. The highest efficiency was demonstrated by the three-time application of the composition *Bacillus* sp.4 + Fitovit (*S. netropsis* IMV As-5025) + Averkom^H (*Streptomyces avermitilis* IMV As-5015 + chitosan) composition, which increased the number of seed pods by 15.0% in the Orfei variety and by 13.1% in the Zhyvynka variety. With this same variant, the Orfei variety showed the formation of larger seeds—the weight of 1,000 seeds increased by 5.6%.

In most cases, two applications of Ecofosforin (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter*, *B. megaterium*) in combination with Biospektr BT (*Pseudomonas*, titer $\geq 5.0 \cdot 10^9$ CFU/cm³) and Metarhizium BT (*Metarhizium*, titer $\geq 2.0 \cdot 10^9$ CFU/cm³) resulted in an increase in the number of pods and seeds per plant by 9.8–13.3% and 12.3–15.8%, respectively. In addition, the weight of 1,000 seeds (by 1.3–3.9%) and the weight of seeds per plant (by 8.8–19.0%) increased. Slightly better results in terms of the formation of structural elements of the yield were observed in the Zhyvynka variety.

The influence of agrometeorological conditions of the year and the use of microbial preparations for seed and plant treatment on the yield of the Orfei and

Zhyvynka varieties in the organic farming system of the Southern Steppe of Ukraine was established. The increase in yield in both varieties was similar and amounted to 0.09–0.17 t/ha. When using the most effective biological complex, the yield was additionally maintained at 0.16 t/ha for the Orfei variety and 0.17 t/ha for the Zhyvynka variety.

Seed treatment with Ekofosforin (1.0 l/t) followed by application of Ekofosforin (1.0 l/ha) and Biospektr BT (3.0 l/ha) in the BBCH-19 phase, and in the BBCH-60 phase – Biospektr BT (3.0 l/ha) and Metarizin (3.0 l/ha). An alternative is the application scheme of the complex *Bacillus* sp.4 (1.0 l/t) + Fitovit (0.05 l/t) + AverkomN (0.1 l/t) with the application of *Bacillus* sp.4 (1.0 l/ha) + Fitovit (0.1 l/ha) + AverkomN (0.1 l/ha) ensured the formation of seeds with an oil content of 46.10–47.86% and protein content of 17.94–19.04%.

It was established that the maximum value of conditional net profit – 10,722 UAH/ha with a profitability level of 89% – is provided by the Orfei variety, provided that the seeds are pre-sown treated with a complex of microbiological preparations *Bacillus* sp.4 (1.0 l/t) + Fitovit (*S. netropsis* IMV As-5025) (0.05 l/t) + AverkomN (*Streptomyces avermitilis* IMV As-5015 + chitosan) (0.1 l/t) with subsequent application of the specified complex in the BBCH-19 phase.

For the Zhyvynka variety, the highest conditional net profit – 9499 UAH/ha with a profitability level of 84% – was obtained by treating the seeds with the same complex of microbiological preparations: *Bacillus* sp.4 (1.0 l/t) + Fitovit (*S. netropsis* IMV As-5025) (0.05 l/t) + AverkomN (*Streptomyces avermitilis* IMV As-5015 + chitosan) (0.1 l/t).

Key words: *oil flax, variety, microbial preparations, growth processes, photosynthetic activity, water consumption, NPK content, microorganisms, yield, economic efficiency.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Стаття у виданнях, включених до міжнародних науко-метричних баз даних (Scopus)

1. Zaiets S., **Melnyk M.**, Zhygailo T., Yuzyuk S., Kyryllov Yu., Zhygailo O., Tytova L., Shevchuk N. Productivity of oilseed flax varieties with the use of microbiological preparations in the system of organic farming in southern Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. № 26(9). Pp. 315–325. <https://doi.org/10.12912/27197050/209606> (65 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

Статті у наукових фахових виданнях України:

2. Жуйков О.Г., **Мельник М.А.** Льон олійний в Україні – культура втрачених можливостей. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 123. С. 62-67. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.9> (60 % авторства: ідея, науково-пошукової роботи, аналіз та узагальнення результатів, написання).

3. Заєць С. О., **Мельник М.А.** Досвід використання біологічних препаратів за вирощування льону олійного. *Аграрні інновації*. 2024. 25. С. 151-156. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.24> (75 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

4. Заєць С. О., **Мельник М.А.** Врожайність льону олійного залежно від агрометеорологічних умов року та застосування мікробіологічних препаратів. *Аграрні інновації*. 2024. Вип. 26. С. 34-40. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.5> (75 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

5. **Мельник М.А.**, Заєць С.О. Вплив оброблення насіння мікробними препаратами на тривалість вегетаційного періоду, польову схожість і густоту рослин льону олійного. *Зрошуване землеробство*. 2024. Вип. 82. С. 48-54. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.8> (76 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

6. Заєць С.О., Мельник М.А., Юзюк С.М., Онуфран Л.І. Водоспоживання льону олійного залежно від сорту та застосування мікробіологічних препаратів. *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. 79-88. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.32.13> (50 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

Рекомендації

7. Застосування біологічних препаратів для захисту посівів льону олійного від хвороб і шкідників у системі ведення органічного землеробства у сівозмінах короткої ротації: науково-практичні рекомендації / Р.А. Вожегова, С.О. Заєць, М.А. Мельник, Л.І. Онуфран, С.М. Юзюк, О.С. Шабля, О.О. Пілярська. Одеса: Олді+, 2025. 40 с. (60 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. Жуйков О.Г., Мельник М.А. Льон олійний в Україні – культура втрачених можливостей. *Наукові аспекти формування сучасних агротехнологій – інновації молодих вчених для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу: міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених, (м. Херсон, 20 травня 2022 року)*. Херсон: ІЗЗ НААН, 2022. С. 25-26. (70 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

9. Zaiets S., Melnyk M. Production and prospects of oil flax cultivation in Ukraine. The I International Scientific and Practical Conference «*Modern methods for the development of science*», (Haifa, January 09 – 11, 2023). Israel, 2023. P. 15-18. (80 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

10. Заєць С.О., Мельник М.А. Виробництво насіння та досвід використання біологічних препаратів за вирощування льону олійного. *Зелене повосенне відновлення продовольчих систем в Україні: збірник матеріалів*

Міжнародної науково–практичної конференції, (м. Одеса, 26 січня 2023 року). Одеса : Олді+, 2023. С. 266-272 (80 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

11. Заєць С. О., **Мельник М. А.** Продуктивність льону олійного залежно від підживлення мікродобривом. *Олійні культури: сьогодення та перспективи*: матеріали Міжнародної наукової Інтернет конференції (м. Запоріжжя, 21 березня 2023 р.). Запоріжжя: Інститут олійних культур НААН, 2023. С. 64-66 (85 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

12. **Мельник М.А.**, Заєць С.О. Польова схожість та густина рослин льону олійного залежно від обробки насіння мікробними препаратами. *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). Одеса: Олді+, 2023. С. 54-56. (90 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

13. **Мельник М.А.**, Заєць С.О. Тривалість вегетаційного періоду, польова схожість і густина стояння рослин льону олійного залежно від обробки насіння мікробними препаратами. *Підвищення продуктивності польових культур та інновації в рослинництві*: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної *Online* конференції, (сmt Полігон, 29 вересня 2023 р.). Миколаїв: Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН, 2023. С. 32-35 (90 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

14. **Мельник М.А.**, Заєць С.О. Урожайність льону олійного залежно від агрокліматичних умов року та обробки насіння мікробними препаратами. *Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві*: збірник матеріалів XVI всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції молодих вчених, (м. Чернігів, 25 жовтня 2023 р.). Чернігів : видавець

Брагинець О. В., 2023. С. 109-111 (90 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

15. **Мельник М.А.,** Заєць С.О. Динаміка росту рослин льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції, (м. Миколаїв, 21-22 березня 2024 р.). Миколаїв: МНАУ, 2024. С. 57-61 (90 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

16. Заєць С.О., **Мельник М.А.** Польова схожість, густина рослин і тривалість міжфазних періодів льону олійного залежно від сорту та мікробних препаратів в органічному землеробстві. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво* : матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції, (м. Миколаїв, 17-18 жовтня 2024 р.). Миколаїв: МНАУ, 2024. С. 61-64 (80 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

17. **Мельник М. А.,** Заєць С. О. Вплив мікробіологічних препаратів на врожайність насіння сортів льону олійного. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку*: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, (м. Київ, 8 жовтня 2024 р.) Київ: М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин, 2024. С.64-66 (90 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

18. **Мельник М.А.,** Заєць С.О. Економічна ефективність вирощування льону олійного за різного застосування мікробіологічних препаратів. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених, (м. Миколаїв, 20-21 березня 2025 р.). Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 130-134 (90 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

19. **Мельник М.А., Заєць С.О., Юзюк С.М.** Вплив мікробних препаратів на продуктивність льону олійного в системі органічного землеробства. *Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвячена до 130-річчя заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції, (м. Одеса, 28 березня 2025 р.). Одеса: ОДСДС ІКОСГ НААН, 2025. С. 135-138 (75 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

20. **Мельник М.А., Заєць С.О.** Технічна ефективність біологічного захисту агроценозу льону олійного проти шкідників. *Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи: матеріали II міжнародної наукової конференції, (м. Одеса, 24-26 вересня 2025 р.). Одеса: ІТІ «Біотехніка», 2025. С. 93-97 (80 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

21. **Мельник М.А., Заєць С.О., Вольвач О.В.** Вплив мікробіологічних препаратів на водоспоживання сортів льону олійного. *Ротмістровські читання частина 2: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, (м. Одеса, 25 вересня 2025 р.). Одеса: Одеська ДСДС ІКОСГ НААН, 2025. С. 137-142. DOI: <https://www.doi.org/10.32782/25092025> (85 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

22. **Мельник М.А., Заєць С.О.** Накопичення біомаси рослин льону олійного залежно від сорту і мікробіологічних препаратів. *Адаптація агровиробництва до змін клімату та ґрунтової родючості: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, (сел. Полігон, 09 жовтня 2025 р.). Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІКОСГ НААН, 2025. С. 146-151 (85 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).*

23. **Мельник М.А.,** Заєць С.О. Урожайність льону олійного в системі органічного землеробства. *Роль бавовнику та інших технічних культур для сільськогосподарського виробництва в умовах зміни клімату: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*, (м. Одеса, 15 жовтня 2025 р.). Одеса: ІКОСГ НААН, 2025. С. 116-119. <https://www.doi.org/10.32782/10-15-10-2025> (85 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

24. **Мельник М.А.,** Заєць С.О., Куліджанов Е.В. Вплив мікробних препаратів на вміст макроелементів в ґрунті під посівами льону олійного в системі органічного землеробства. *Технологічні інновації та природоохоронні рішення для здоров'я ґрунту: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому Дню ґрунту 2025*, (м. Одеса, 5 грудня 2025 р.). Одеса: ІКОСГ НААН, 2025. С. 118-120 (75 % авторства: ідея, отримання результатів, аналіз та узагальнення результатів, написання).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ...	20
ВСТУП.....	21
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРАНОГО НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ (огляд літератури).....	28
1.1 Виробництво та перспективи вирощування льону олійний в Україні.....	28
1.2 Роль сорту у підвищенні врожайності та морфо-біологічні особливості сучасних сортів льону олійного.....	36
1.3 Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток і формування продуктивності польових культур.....	39
1.4 Біологічні препарати в системі захисту рослин льону олійного від шкідливих організмів.....	43
Висновки до розділу 1.....	48
Список джерел літератури до розділу 1.....	49
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	58
2.1 Ґрунтово-кліматична характеристика зони.....	58
2.2 Особливості метеорологічних умов у роки проведення досліджень.....	62
2.3 Методика досліджень.....	66
Характеристика сортів льону олійного та досліджуваних біологічних препаратів.....	71
2.4 Агротехніка в досліді.....	74
Висновки до розділу 2.....	77
Список джерел літератури до розділу 2.....	77

РОЗДІЛ 3. ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ТА ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ.....	83
3.1 Моніторинг фітосанітарного стану посівів льону олійного залежно від сорту та мікробіологічних препаратів інсекто-фунгіцидної дії.....	83
3.2 Вплив обробки насіння мікробними препаратами на тривалість вегетаційного періоду, польову схожість і густоту стояння рослин льону олійного	93
3.3 Вплив мікробіологічних препаратів на динаміку висоти рослин сортів льону олійного.....	100
3.4 Динаміка накопичення сирової та абсолютно сухої маси рослин льону олійного при застосуванні мікробіологічних препаратів	104
3.5 Формування площі листя і продуктивність їх роботи залежно від сорту та мікробіологічних препаратів стимулюючої і захисної дії.....	109
Висновки до розділу 3.....	116
Список джерел літератури до розділу 3	117
РОЗДІЛ 4. ВОДНИЙ І ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ НА ПОСІВАХ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО.....	122
4.1 Особливості водоспоживання сортів льону олійного за різних мікробіологічних препаратів.....	122
4.2 Поживний режим ґрунту під посівами льону олійного залежно від сорту та мікробних препаратів	131
4.3 Чисельність мікроорганізмів у ризосфері сортів льону олійного за використання мікробіологічних препаратів.....	136
Висновки до розділу 4.....	141
Список джерел літератури до розділу 4.....	142
РОЗДІЛ 5. СТРУКТУРА ВРОЖАЮ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОРТІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ.....	147

5.1 Формування елементів продуктивності сортів льону олійного залежно від досліджуваних чинників.....	147
5.2 Урожайність насіння сортів льону олійного залежно від різних мікробіологічних препаратів.....	153
5.3 Уміст олії та білку в насінні сортів льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів.....	157
Висновки до розділу 5.....	161
Список джерел літератури до розділу 5.....	162
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ	
МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЛЬОНУ	
ОЛІЙНОГО	166
Висновки до розділу 6.....	170
Список джерел літератури до розділу 6.....	171
ВИСНОВКИ.....	173
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	177
ДОДАТКИ.....	178

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

га – площа, гектар;

ц – маса, центнер;

т – маса, тонна;

мг/кг – вміст окремих елементів живлення в міліграмах в одному кілограмі ґрунту;

NO₃ – нітратний азот;

P₂O₅ – рухомий фосфор;

K₂O – обмінний калій;

д. р. – діюча речовина,

к.с. (КС) – концентрат суспензії,

т.к.с. – текучий концентрат суспензії,

о.д.(МД) – олійна дисперсія,

к.е.(КЕ) – концентрат емульсії ,

с.е.(СЕ) – суспензійна емульсія,

ТН – концентрат, який тече, для обробки насіння,

л/га – літрів препарату на гектар,

л/т – літрів на 1 тону насіння,

НІР₀₅ – найменша істотна різниця на 5%-ному рівні значущості,

т/га – тонн з одного гектара,

шт./м² – штук на 1 м²,

екз. – екземплярів,

тис./га – тисяч на 1 гектар.

ІКОСГ – Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми досліджень. Льон олійний (*Linum usitatissimum* L.) є високофункціональною культурою, яка поєднує харчову та лікувальну цінність завдяки багатому складу біологічно активних компонентів — поліненасичених жирних кислот (зокрема α -ліноленової), білків із незамінними амінокислотами, харчових волокон, лігнанів, фенолів, вітамінів і мінералів (особливо групи В, Е, калію, магнію). Міжнародні дослідження показують, що вміст жиру в насінні льону перебуває у межах приблизно 30-50 %, білків — 20-25 % від сухої маси, а клітковини може бути до 25-30 %.

Попит на продукти з льону зростає на світовому рівні через інтерес до функціонального і здорового харчування, до засобів профілактики хронічних захворювань (серцево-судинні, метаболічний синдром тощо), а також через використання олії льону в косметології та фармацевтиці. У цьому плані органічне землеробство є перспективною стратегією виробництва льону олійного, що дозволяє поєднати екологічну стійкість, охорону здоров'я споживачів і економічну ефективність.

Використання комплексних препаратів мікробіологічного походження є важливим інструментом у сучасному агрономічному виробництві, особливо у вирощуванні культур, таких як льон олійний. Ці препарати можуть бути корисними для оптимізації умов росту рослин, підвищення їх стійкості до стресових факторів, покращення засвоєння поживних речовин та зменшення потреби у хімічних добривах.

Наукові праці, зокрема роботи вчених з України та закордону, демонструють перспективи використання мікробіологічних комплексів для поліпшення врожайності та якості льону олійного. Однак, питання використання мікробіологічних препаратів в агрономії, зокрема для льону олійного, потребує більш детальних досліджень, оскільки більшість сучасних робіт в основному зосереджена на загальних аспектах використання біопрепаратів у сільському господарстві, а спеціалізовані дослідження у

напрямку оптимізації агротехнологій при вирощуванні льону олійного в системі органічного землеробництва все ще є обмеженими.

Тому експериментальні дослідження з визначення ефективного впливу комплексу мікробіологічних препаратів на ростові процеси та формування продуктивності насіння льону олійного в сівозміні органічного землеробства південного Степу України є актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Польові та лабораторні дослідження за темою дисертаційної роботи виконувались впродовж 2023–2025 рр. і були складовою частиною наукових досліджень відділу кліматично орієнтованих агротехнологій Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН згідно ПНД 02 «Системи землеробства і землекористування» на 2021–2023 рр. за завданням 02.04.01.05.П. «Обґрунтувати науково-методологічні основи еколого - безпечного функціонування органічного землеробства на неполивних землях Південного Степу» (номер державної реєстрації 0121U010773) та ПНД 11 «Біоконтроль» на 2024-2025 рр. за завданням 11.00.03.12.П «Оптимізувати систему біологічного захисту льону олійного в сівозміні з органічного землеробства в зоні Степу України» (номер державної реєстрації 0124U001200).

Мета і завдання дослідження. Мета науково-дослідної роботи полягала в агробіологічному обґрунтуванні впливу мікробіологічних препаратів удобрювальної та захисної дії на ріст, розвиток і формування врожайності сучасних сортів льону олійного в сівозміні органічного землеробства Південного Степу України.

Для досягнення поставленої мети передбачалось виконати наступні **завдання:**

- моніторинг фітосанітарного стану посівів сучасних сортів льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів стимулюючої та захисної дії;

- виявити вплив оброблення насіння мікробіологічними препаратами на

тривалість вегетаційного періоду, польова схожість і густота стояння рослин сортів льону олійного;

- дослідити динаміку накопичення сирої та абсолютно сухої маси рослин льону олійного при застосуванні мікробіологічних препаратів;

- встановити вплив мікробіологічних препаратів на динаміку висоти рослин та формування площі листя і продуктивність їх роботи в сортах льону олійного;

- визначити водоспоживання сортів льону олійного, вміст основних елементів живлення та чисельність мікроорганізмів у ризосфері за різних мікробіологічних препаратів;

- встановити вплив досліджуваних чинників на формування елементів продуктивності сортів льону олійного;

- визначити врожайність і вміст олії та білку в насінні сортів льону олійного залежно;

- зробити аналіз економічної ефективності застосування мікробіологічних препаратів при вирощуванні льону олійного сортів Орфей і Живинка в сівозміні органічного землеробства.

Об'єкт дослідження – процеси формування продуктивності льону олійного при обробленні насіння та рослин мікробіологічними препаратами в органічному землеробстві Південного Степу України.

Предмет дослідження – сучасні сорти льону олійного Орфей і Живинка, мікробіологічні препарати стимулюючої *Bacillus* sp.4 і Екофосфорин та захисної дії Фітовіт, Аверком^Н, Біоспектр БТ і Метаризин БТ, врожайність й якість насіння, економічна ефективність.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували такі методи досліджень:

- 1) польовий – для спостереження за ростом і розвитком рослин, погоднокліматичними умовами навколишнього середовища та іншими досліджуваними чинниками;

- 2) візуальний – для виявлення фенологічних змін рослин льону олійного;

3) вимірювально-ваговий – для визначення біометричних параметрів росту і розвитку рослин (встановлення фотосинтетичної діяльності рослин: площі листя, фотосинтетичного потенціалу, чистої продуктивності фотосинтезу, параметрів структури врожаю, врожайності);

4) лабораторний – для визначення NPK ґрунту та якості зерна;

5) математично-статистичний – для проведення дисперсійного аналізу і статистичної обробки даних з метою оцінки достовірності отриманих результатів досліджень;

б) розрахунково-порівняльний – для оцінки економічної ефективності елементів технології вирощування льону олійного.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в науковому обґрунтуванні оптимальних термінів застосування мікробіологічних препаратів та їх комбінацій за вирощування сучасних сортів льону олійного Орфей і Живинка з метою підвищення врожайності та покращення якості насіння в умовах виробництва органічної продукції зони Південного Степу України.

Уперше в умовах Південного Степу України висвітленні результати досліджень з впливу мікробіологічних препаратів стимулюючої та захисної дії на формування продуктивності сортів льону олійного Орфей і Живинка в сівозміні органічного землеробства.

Удосконалено елементи технології вирощування сучасних сортів льону олійного направлених на збільшення врожайності, олійності та білковості насіння в умовах виробництва органічної продукції.

Визначення оптимального співвідношення мікробіологічних препаратів стимулюючої й захисної та кращих сортів льону олійного, що забезпечує сталий рівень врожайності високоякісного насіння та дозволило запропонувати науково обґрунтовані рекомендації для практичного виробництва органічної продукції для умов півдня України.

Подальшого розвитку набули дослідження процесів росту і розвитку рослин різних сортів льону олійного, водоспоживання рослин і формування

високоякісного врожаю насіння за рахунок оброблення насіння та рослин мікробіологічними препаратами.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні науково-практичних рекомендацій щодо застосування мікробіологічних препаратів стимулюючих ростові процеси та захисну дію льону олійного від хвороб і шкідників в сівозмінах короткої ротації системи органічного землеробства, що дає можливість отримувати біля 1 т/га високоякісного насіння сортів Орфей і Живинка з виходом олії понад 47 т/га та білку більше 0,17 т/га за природного зволоження.

Результати досліджень пройшли перевірку та впровадження у господарствах з виробництва органічної продукції: в ТОВ «Крутий яр» Херсонського району Херсонської області на площі 15,0 га та фермерському господарстві «Млечний путь» Миколаївського району Миколаївської області на площі 6 га, в яких запропоновані елементи технології вирощування льону олійного забезпечили рівень урожайності зерна насіння сортів Орфей і Живинка на 0,19–0,21 т/га вищий, ніж без них та підтвердили високу економічну ефективність – додатковий умовно чистий прибуток становив 4,37-4,83 тис. грн/га.

Особистий внесок здобувача полягає в розробці програми наукових досліджень, опрацюванні вітчизняної і зарубіжної літератури за темою дисертації, визначенні мети та завдань досліджень, проведенні польових і лабораторних досліджень, узагальненні їх результатів, виконанні статистичного аналізу одержаних даних, проведенні розрахунків економічної ефективності вирощування високоякісного насіння сортів льону олійного для виробництва органічної продукції, формулюванні обґрунтованих висновків та пропозицій виробництву, підготовці до опублікування наукових статей, тез і науково-практичних рекомендацій.

Апробація результатів досліджень. Результати наукового дослідження дообговорювались на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях: Міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих

вчених: *Наукові аспекти формування сучасних агротехнологій – інновації молодих вчених для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу*: (м. Херсон, 20 травня 2022 року). Херсон: ІЗЗ НААН; The I International Scientific and Practical Conference: *Modern methods for the development of science.*, January 09 – 11, Haifa, Israe; Міжнародна науково–практична конференція: *Зелене повосенне відновлення продовольчих систем в Україні* (м. Одеса, 26 січня 2023 року). Одеса; Міжнародна наукова Інтернет конференція: *Олійні культури: сьогодення та перспективи*. 21 березня 2023 р. ІОК НААН, м. Запоріжжя; Міжнародна науково–практична конференція молодих вчених, присвяченої до дня науки в Україні: *Формування інноваційних агротехнологій в умовах змін клімату для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу України*. (м. Одеса, 18-19 травня 2023 року). Одеса: ІКОСГ НААН; Всеукраїнська науково-практична On line конференція: *Підвищення продуктивності польових культур та інновації в рослинництві*. (сmt. Полігон, 29 вересня 2023 р.). Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН; XVI всеукраїнська науково-практична онлайн-конференція молодих вчених: *Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві*. (25 жовтня 2023 року, м. Чернігів; Всеукраїнська науково-практична конференція: *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва* : матеріали (м. Миколаїв, 21-22 березня 2024 р.); VII міжнародна науково-практична конференція: *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво* : (м. Миколаїв, 17-18 жовтня 2024 р.); VI Міжнародна науково-практична конференція: *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку*: (8 жовтня 2024 р., м. Київ);_Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «*Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва*» (20-21 березня 2025 року, м. Миколаїв). МНАУ; Міжнародній науково-практичній конференції «*Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в*

умовах змін клімату», присвячена до 130-річчя заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції (28 березня 2025 року, м. Одеса). Одеська ДСДС ІКОСГ НААН; II міжнародної наукової конференції «Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи» (24-26 вересня 2025 р., м. Одеса). ІТІ «Біотехніка; Міжнародній науково-практичній конференції «Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату». (25 вересня 2025 р., м. Одеса). Одеса. Одеська ДСДС ІКОСГ НААН; Міжнародній науково-практичній конференції «Адаптація агровиробництва до змін клімату та ґрунтової родючості». (09 жовтня 2025 р., сел. Полігон). Миколаїв. Миколаївська ДСДС ІКОСГ НААН; Міжнародній науково-практичній конференції «Роль бавовнику та інших технічних культур для сільськогосподарського виробництва в умовах зміни клімату». (15 жовтня 2025 р., м. Одеса). Одеса. ІКОСГ НААН.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 24 наукових праць, з яких 1 стаття у виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних (Scopus), 5 статей у фахових виданнях України, 1 рекомендація та 17 тез наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається з анотації українською та англійською мовами, вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел (209 найменувань, із них 47 латинецею), рекомендацій для господарств із виробництва органічної продукції, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 208 сторінок комп'ютерного тексту, основний зміст викладено на 177 сторінках. Дисертація містить 25 таблиць, 24 рисунків і 27 додатків.

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРАНОГО НАПРЯМУ
ДОСЛІДЖЕНЬ (огляд літератури)

1.1 Виробництво та перспективи вирощування льону олійного в Україні

Батьківщиною льону олійного вважаються гірські райони Китаю та Індії, а також Середземномор'я. Ця культура широкого розповсюдження набула і в інших країнах Азії й Європи, а в Америці знаходяться найбільші площі її посіву. Площа зайнята під льоном у США становить більше 1,3 млн га, а в Канаді – біля 1,0 млн га. Також біля 1,0 млн га висівають його в Індії та Казахстані, дещо менше в Аргентині [1].

Виробництво олійних культур у вітчизняній економіці, і, зокрема, у її аграрному секторі посідає провідне місце. Якщо «три кити», на яких тримається вітчизняний жиросировиробничий комплекс, а саме: соняшник, соя та озимий ріпак, вже досить давно і міцно «зарезервували» за Україною не лише європейське, але і світове лідерство, то за виробництвом так званих альтернативних, малопоширених і «нішевих» джерел рослинних жирів вітчизняні сільгосптоваровиробники ще відверто відстають [2].

Це відставання ще істотніше проявляється у сфері забезпечення ринку сировиною, яка використовується для отримання фізіологічно корисних омега-жирів, виробництва продуктів дієтичного, лікувального, спортивного харчування [3]. Абсолютно унікальним у цьому сенсі є культура льону олійного, виробництво якого у світі за останні 3 роки збільшилось у 2,2 рази, проте в Україні за цей час відмічається тенденція зворотного характеру: і посівні площі, і середня врожайність, і валовий збір зменшилися на майже 40% [4]. Це виглядає абсолютно нелогічним на тлі того, що за останні двадцять років Україна сформувала та істотно збільшила експортне постачання насіння

льону олійного, яке впродовж 2013–2017 рр. зросло з 11 до 57 тис. т, а лляної олії – із 3 до 10 тис. т [5, 6].

Якщо у світі спостерігається тенденція до нарощування виробництва льону олійного, то серед аграрій України зацікавленість ним не стабільна, притаманні сезонні коливання. Так, якщо у 2005 р. його висівали на площі 25,6 тис. га, то 2006 р. вже 51,0 тис. га [7]. У 2007, 2008 і 2009 рр. відбулося зменшення площі посіву до 24,0, 19,0 і 40,8 тис. га, потім у 2010, 2011 і 2012 рр. знову зростання і засівалось 58,9, 60,3 і 55,8 тис. га, відповідно. Найбільші площі посіву льону олійного відмічено у 2015 і 2016 рр. – 62,2 і 66,8 тис. га, а найменші 17,7 і 13,8 тис. га – у 2019 і 2020 рр. Слід відмітити, що найвищу врожайність льону олійного 1,1-1,2 т/га отримано у 2006, 2015 і 2016 рр., що забезпечило найбільші валові збори насіння 61,5, 68,3 і 74,1 тис. т. У 2020 р. врожайність також була вище 1,0 т/га, але через незначну площу посіву (13,8 тис. га) його валове виробництво склало лише 15,6 тис. т. У найбільш жорстких посушливих погодних умовах, що спостерігались у 2007 і 2021 рр., льон олійний не зміг реалізувати свої потенційні можливості та сформував дуже низьку врожайність 0,47 і 0,43 т/га та валові збори насіння – 11,4 і 12,0 тис. т, відповідно.

Аналіз виробництва льону олійного в Україні свідчить про тенденцію до зменшення, незважаючи на те, що існує експортний попит на насіння льону близько 40 тис. т щорічно. У 2021 р. цією культурою було засіяно 27,9 тис. га земель переважно у Дніпропетровській, Запорізькій, Миколаївській та Херсонській областях. За останні роки різко змінилися кліматичні умови у бік потепління, завдяки чому вирощування льону олійного стає дуже актуальним, особливо у південних та східних областях України. За обсягом виробництва олійних культур льон посідає п'яте місце, поступаючись ріпаку, сої, соняшнику та гірчиці. У разі дотримання технології вирощування культури врожайність олійного льону може перевищувати 2,0 т/га. Проте фактичні показники насінневої продуктивності олійного льону є значно нижчими. За останнє десятиліття високий рівень урожайності досягнуто у 2016 році (1,2

т/га), тоді як у 2019 році він становив 4,7 ц/га. Істотно змінилися за певний період і площі вирощування культури. Якщо у 2008 р. урожай збирали із площі 24 тисяч га, то у 2011 р. вона становила 58,7 тисяч, що на 39% перевищує середньорічні показники за останні 10 років. Водночас в Україні протягом останніх трьох сезонів спостерігається зменшення валового збору насіння льону, що зумовлено скороченням посівних площ, яких у 2021 році стало менше на 10%.

Тобто в Україні останніми роками виробництво льону олійного скорочується. На наш погляд, до основних причин, що стримують широкого використання культури в сівозмінах слід віднести такі, як: не дуже висока насіннева продуктивність та значні коливання валового збору за роками; нестача сортів вітчизняної селекції з високопродуктивністю та пластичністю до несприятливих умов вирощування; не достатній рівень обізнаності аграріїв з багатовекторністю використання насіння та побічної продукції (солома, волокно, костриця); відсутність напрацювань у зональних сортових технологій вирощування культури насамперед у частині їх біологізації та отримання органічної продукції; введенням 10% експортного мита на вітчизняне насіння льону, що робить його неконкурентоспроможним за ціною на зовнішніх ринках.

Це негативне явище істотно позначається на експортному потенціалі держави. Світові та європейські споживачі починають переорієнтуватися на інших серйозних «гравців» на ринку, зокрема на Казахстан і Російську Федерацію [8, 9]. Водночас не слід забувати і про істотний внутрішньодержавний попит на насіння льону і продукти його перероблення, зумовлений зростаючою популярністю здорового способу життя, правильного і збалансованого харчування [10].

Завдання наукової роботи полягало у всебічному аналізі потенціалу, об'єктивного стану, тенденцій розвитку і причин змін, характерних для сучасного світового і вітчизняного ринку льону олійного. До кола наукового інтересу потрапили також закономірності та особливості зонального

поширення культури, відповідність її екологічних властивостей ґрунтово-кліматичним умовам зони вирощування, вплив технологій вирощування на кількісно-якісні показники врожаю культури та вектори формування її експортного потенціалу. Виробництво насіння олійного льону в Україні відноситься до галузей, орієнтованих на експорт. За даними Українського клубу аграрного бізнесу, Україна посідає 7 місце серед світових експортерів цієї культури.

Найперспективнішим ринком для українського олійного льону вважається Європейський Союз, який щороку імпортує близько 900 тис. т цієї культури. Основними постачальниками в ЄС є такі країни, як Казахстан, Росія та Канада (до 180-190 тис. т кожна). Обсяги світової торгівлі олійним льоном у 2015 році становили \$868 млн., однак ринкові експерти прогнозують, що світовий попит на цей продукт зростатиме. Передбачається, що його ринок у США та Канаді (найбільших світових виробників) у період з 2016 по 2021 р. збільшиться з \$250 млн. до \$308 млн.

В Україні, в окремі роки, спостерігалось значне збільшення площ під цією культурою. За даними Українського клубу аграрного бізнесу, у 2015 р. олійний льон в Україні було зібрано на площі 62 тис. га, а валовий збір становив близько 61 тис. т за середньої врожайності 1 т/га. Світова ціна насіння льону у 2009–2015 рр. коливалась у межах 500–700 \$/т, однак у 2016 році, на жаль, дещо знизилася. Слід також зазначити, що нині у країні діє 10%-не експортне мито на насіння льону, внаслідок чого внутрішня українська ціна дещо нижча за світову. Таким чином, за ціни насіння льону приблизно 23 000 грн./т (із ПДВ) на умовах EXW та врожайності 1 т/га, що передбачає мінімальну технологію, рентабельність становитиме приблизно 35–40%. Зрозуміло, що така врожайність і рентабельність навряд чи викликають великий ентузіазм у наших аграріїв. Але проблему низької врожайності можна вирішити шляхом використання високопродуктивних сортів і чіткого дотримання технології вирощування льону [11].

Олійний льон ще не набув достатньої популярності в аграріїв, але може

стати альтернативною культурою для соняшника, підтвердженням чого є стабільний попит на ринку і приваблива прибутковість насіння. Олійний льон є культурою, альтернативною ріпаку ярому, за розміщенням у сівозміні, а за споживанням може замінити соняшник [12]. За оцінкою багатьох фахівців-науковців, льон можна вирощувати у різних регіонах України, він не поступається за прибутковістю іншим олійним культурам і є значно кращим попередником, ніж соняшник чи ріпак озимий. Перевагами вирощування льону олійного є, по-перше, його посухостійкість, що дозволяє отримувати щорічний урожай від 1,2 до 2,5 т/га; по-друге, короткий вегетаційний період (80-105 днів), що дозволяє збирати льон наприкінці липня, і, як результат, він виступає одним із найкращих попередників для озимих зернових культур; по-третє, стійкість до несприятливих погодних і кліматичних умов, зокрема сходи стійкі до весняних заморозків, а сама культура – до обсіпання насіння і вилягання. До того ж олійний льон має порівняно нескладну технологію вирощування, не вимагає застосування інсектицидів, невибагливий до родючості ґрунтів і може вирощуватися за мінімальної кількості мінеральних добрив. Льон може використовуватись як страхова культура для пересіву озимих зернових культур.

Льон має велике агротехнічне значення: є добрим попередником для озимих зернових (і з погляду врожаю, й щодо формування високого рівня якісних показників), ячменю та інших сільськогосподарських культур. До того ж, уведення олійної культури у сівозміни сприяє поліпшенню фітосанітарного стану полів і покращенню основних показників родючості ґрунту. Тривалість періоду вегетації цієї культури достатньо короткий, тому після нього можна вирощувати в пожнивних посівах просо, гречку, ранньостиглі гібриди соняшнику та змішані посіви кормових культур. Наукові дослідження та досвід льонарства в Україні показує, що льон олійний можна і бажано вирощувати на півдні, де можна одержати від 1,0 до 2,5 т/га насіння [13, 14, 15]. Льон олійний, являючись ярою культурою раннього строку висіву, не завдає проблем із отриманням якісних сходів. Він майже безболісно

переносить посуху до початку цвітіння, що надто важливо в умовах Південного Степу, бо саме волога тут є лімітуючим фактором одержання врожаю [16, 17].

За вирощування льону олійного в органічному землеробстві перспективним є використання мікробіологічних препаратів: деструкторів, інокулянтів, регуляторів росту, живильних речовин тощо. Використання їх в Україні різне, широкого вжитку на зернових, бобових, овочевих та окремих олійних культурах набули: інокулянти – 47,9%, фунгіциди – 35,5%, інсектициди – 8,4%, деструктори – 6,4%, біороденциди – 1,8% [18].

Культурний льон вирощується на всіх континентах, окрім Антарктиди. Посіви льону можна знайти на будь-яких територіях, що придатні для сільськогосподарського використання, незалежно від широти та висоти над рівнем моря. На сьогодні ця культура посідає п'яте місце за обсягом виробництва серед олійних культур, і поступається соняшнику, сої, ріпаку та гірчиці. Ціна на льон олійний стабільна і досить висока. Так, у 2015 році вона коливалась в межах 7000–10500 грн/т [19].

Льон олійний є експортною культурою. Згідно з даними Держстатистики, протягом 2015–2016 МР насіння льону олійного експортувалося до 45 країн. Внутрішня його переробка незначна. Не зважаючи на попит промисловості на лляну олію, існує проблема в його переробці. Олійноекстракційні заводи зазвичай є перезавантаженими переробкою соняшника, сої та ріпаку [20].

Виробництво олійного льону переважно зосереджено у великих сільськогосподарських підприємствах. Частка невеликих фермерських та одноосібних підприємств у структурі виробництва цього насіння останніми роками коливалася від 3 до 5%. Широке застосування насіння льону та олії із нього зумовлює попит на цю продукцію на внутрішньому і зовнішньому ринках. Із насіння льону виробляють високоякісну швидковисихаючу технічну олію, яка широко використовується для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, високоякісних фарб, лінолеуму, антикорозійних

покривів, мила, замазок, плівок тощо. Використовують лляну олію і як харчовий продукт. Дослідженнями останніх років виявлено надзвичайні лікарські властивості лляної олії. Продукти перероблення насіння льону, а саме макуха і шрот, є дуже цінним кормом для худоби, тоді як декоративна рослина, використовується у виробництві волокна та будівельних матеріалів.

На внутрішньому ринку спостерігається відповідність попиту і пропозиції насіння олійного льону. На це впливає те, що не всі олійно-жирові комбінати переробляють насіння льону. Для перероблення такого насіння потрібно сформувати відповідні запаси сировини задля забезпечення безперервної роботи технологічних ліній. Водночас слід урахувати, що окремі переробні підприємства серед сезону тимчасово або повністю відмовляються від перероблення льону. До того ж переробний завод у Донецьку, який спеціалізувався на такому насінні, призупинив свою діяльність через військові дії у регіоні.

Льон олійний відноситься до експортних культур, внутрішня його переробка незначна. Щорічно експортується понад 30 тисяч тонн цього насіння. Основними покупцями українського льону є Голландія, Бельгія, Польща, Литва, Німеччина, Італія.

Забезпечення переробних підприємств олійним льоном має власну специфіку. Найбільша торговельна активність на ринку спостерігалась у серпні-вересні, після збирання культури. Саме в цей час відбувається продаж основних товарних обсягів продукції. Серед сезону товарне насіння надходить на ринок в обмеженій кількості, переважно це партії обсягом до 10 тонн, які малоцікаві покупцям. Експортно-орієнтовані компанії готові здійснювати закупівлю насіння льону за максимальними цінами, проте на ринку сформувався дефіцит великотоннажних партій насіння відповідної якості. Реалізація вирощеного врожаю проводиться зі складів виробників. Елеватори України не беруть олійний льон на зберігання через незначні обсяги та необхідність суттєвого доопрацювання насіння. Товарні партії цієї продукції мають відповідати вологості (до 9%), домішкам для сміття (2%), масляним

домішкам (4%), олійності (не менше 35%) і не мати ураженості шкідниками, що вдається досягти під час додаткового очищення і сушіння. До того ж відправлення продукції на експорт вимагає її фасування у мішки або «біг-беги», а більшість елеваторів не мають потрібного обладнання.

В основі ефективності виробництва є ціна реалізації та її собівартість. У 2020/21 маркетинговому році ціни на насіння льону значно коливались. Якщо на початку сезону таке насіння закупували по 20 тис. грн./т, то на початку січня його вартість підвищилася до 23 тис. грн. Водночас такі ціни перевищують вартість іншого олійного насіння. Загалом цінова ситуація на внутрішньому ринку влаштовує виробників, що позитивно впливає на кінцеві результати господарювання.

Водночас слід зазначити, що льон не вимагає великих обігових коштів на одиницю посівної площі, його вирощування обходиться у 1,3-1,5 разів дешевше за виробництво соняшника. Зокрема, у 2021 р. виробничі витрати на 1 га олійного льону в разі дотримання технології становили близько 15,5-16,0 тисяч гривен. За ціною товарного насіння у середньому на рівні 22-23 тис. грн/т і загальних витрат під час вирощування цієї культури 16 тис. грн/га, враховуючи врожайність 1,5 т/га, прибуток від господарської діяльності становитиме 16 тис. грн/га, а рентабельність сягатиме 100 %.

Таким чином, льон олійний можна вирощувати в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Якщо раніше основні його посіви були зосереджені у південних і східних областях, то нині вони поширені у центральних регіонах, Лісостеповій зоні та навіть у Поліссі. До того ж існують істотні здобутки у селекції вітчизняних високоврожайних та екологічно пластичних сортів культури. Селекціонерами Інституту олійних культур створено конвеєр сортів за різними періодами вегетації, які характеризуються високим умістом олії (47-50%), високою потенційною врожайністю (2,0-2,5 т/га) і підвищеним умістом олеїнової та ліноленової кислоти, що дозволяє використовувати лляну олію не лише у харчових, але і технічних цілях.

Водночас існують стримуючі фактори розвитку виробництва олійного

льону. Під час експорту олійного насіння в Україні існує вивізне мито. На думку аналітиків, скасування мита на експорт насіння льону дозволило б аграріям вигідно продавати його за світовими цінами і водночас оновлювати основні засоби, закуповувати якісне насіння та, відповідно, збільшувати обсяги виробництва. Основними конкурентами українського льону на світовому ринку є Росія і Казахстан, оскільки виробники насіння льону цих країн більш конкурентоспроможні завдяки програмам державної підтримки у формі дотацій та відсутності експортного мита. Крім того, ці країни мають власні енергетичні ресурси, тому ціни на паливо, мінеральні добрива і паливно-мастильні матеріали є нижчими за вітчизняні, що також зменшує собівартість вирощеної продукції.

1.2. Роль сорту у підвищенні врожайності та морфо-біологічні особливості сучасних сортів льону олійного

В умовах ринкової економіки виробництво конкурентоспроможної продукції рослинництва можливе лише за умов впровадження нових сучасних адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов технологій вирощування сільськогосподарських культур, які базуються на використанні високопродуктивних сортів.

Науковцями доказано, що за рахунок використання у виробництві високоякісного насіння зареєстрованих сортів можна підвищити врожай насіння олійних культур на 20-25% [21].

Враховуючи, що популярність льону у світі обумовлена його користю у багатьох сферах діяльності – це служить гарним стимулом для вирощування в багатьох країнах світу, у тому числі і в Україні. У зв'язку з цим виробництво льону олійного має перспективу та розширення площ у сівозмінах не лише півдня і сходу, а й в інших зонах України. Дослідженнями, що проводились в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу, Полісся і Передкарпаття з сортами льону олійного лісостепоного і степового екотипів, свідчать про можливість

забезпечення ними врожайності насіння в межах 1,38-2,74 т/га залежно від погодних умов року [22, 23].

Виробництво льону олійного в сучасних умовах базується на вирощуванні високоврожайних, високоолійних, стійких до основних патогенів сортів, які гарантують отримання товарної продукції, що відповідає світовим стандартам якості. Сорти льону олійного мають важливе значення для отримання стабільного врожаю високої якості [24].

Тому при виборі сорту для вирощування в тому чи іншому регіоні необхідно враховувати його генетичний потенціал, біологічні особливості та цілі використання [25].

Використання у виробництві сучасних сортів льону олійного у поєднанні із провідними технологіями його вирощування дасть змогу збільшити рівень урожайності майже вдвічі. В цьому закладено генетичний та агротехнологічний резерв на перспективу подальшого нарощування виробництва цієї культури в Україні [19, 26].

Всі сучасні сорти льону олійного, занесені до Державного Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, належать до різновиду льону-кучерявця. Їх потенційна врожайність складає 2,0–2,5 т/га. На думку А. В. Юник, завдяки роботі селекціонерів постійно підвищується потенційно можлива врожайність культури, якість сортів, поліпшується придатність до вирощування у місцевих умовах, стійкість проти хвороб і шкідників, а також до стресових чинників. Тому правильний вибір сортів льону олійного має вирішальне значення для його успішного вирощування [27].

Серед великої кількості сортів найбільш цінними для сільського господарського є ті, які мають більш високий середній рівень врожайності та якості насіння і водночас менший розмах коливань ознак в мінливих умовах вирощування, тобто є пластичними [28].

Інтенсивним сортом льону олійного вважається такий, що за оптимальних умов вирощування щороку перевершує за врожайністю усі досліджувані сорти; пластичним (здатним до мінливості) є сорт, який за

середньою врожайністю за роки випробування посідає перше місце; а стабільним – сорт, що за роки досліджень має найменшу різницю між максимальною та мінімальною врожайністю [29, 30].

Льон не має великого природного морфологічного різноманіття, тому збагачення генофонду культури відбувається переважно шляхом індукованого мутагенезу. За останні роки було отримано велику кількість нових морфологічних мутацій як у нашій країні, так і за кордоном, які стали основою для створення нових сортів льону [31].

За даними М. Д. Луїна та Т. Г. Товстановської у сортозразків з тривалішим загальним міжфазним періодом “сходи – цвітіння” спостерігається тенденція до збільшення кількості коробочок, а в сортозразків з більш тривалим періодом “цвітіння–стиглість” – тенденція до збільшення маси 1000 насінин, внаслідок чого сортозразки з тривалішим загальним вегетаційним періодом мають вищу насінневу продуктивність [32].

В досліджах D. Basandrai визначили олійність і йодне число в генотипах льону олійного при вирощуванні їх в сухій зоні на червоноземних ґрунтах. Кращі результати по відношенню до олійності і харчових якостей – низьке йодне число, забезпечили індійські сорти, високе – сорти із США [33].

Одним із шляхів підвищення врожайності льону олійного є підбір сортів з високою потенційною врожайністю, оптимізація норм та способів посіву [34].

Продуктивність рослин залежить як від генотипу, так і від умов навколишнього середовища, де цей генотиповий потенціал реалізується. Сорт (генотиповий набір продуктивних ознак) є основою високих врожаїв льону олійного. Однак, він значно варіює від умов вирощування, погодних особливостей року, агротехніки культур. Так внутрішньовидова взаємодія в льоновому агроценозі насамперед визначається конкуренцією між сусідніми рослинами за ресурси навколишнього середовища [35, 36, 37].

Сорти льону олійного, що створені в Інституті олійних культур НААН (Південна ніч, Водограй, Ківіка, Дебют, Айсберг, Живинка, Запорізький

богатири), виділяються коротким періодом вегетації, стійкістю до посухи та осипання, підвищеним вмістом олії в насінні і придатні до вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [38]. Окрім сортів Ківіка і Живинка, що мають харчове направлення, всі інші сорти розраховані на отримання технічної олії.

Як показують дослідження науковців, використання у виробництві високоякісного насіння сучасних адаптованих до певних умов вирощування сортів льону олійного у поєднанні із провідними технологіями його вирощування дасть змогу збільшити рівень насінневої урожайності культури на 20-25 %. Тому, для зростання виробництва кондиційного насіння необхідно висівати сучасні сорти льону олійного, які повинні суміщати високий потенціал продуктивності, стійкості до хвороб, шкідників, несприятливих умов середовища та високої якості. Тому вивчення сучасних генотипів культури (Орфей та Живинка), з метою виділення кращого для зони півдня України, є актуальними.

1.3 Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток і формування продуктивності польових культур

Проблемі підвищення ефективності функціонування вітчизняної галузі льонарства присвячено істотну кількість наукових праць таких дослідників, як Р.М. Вожегова, П.Т. Саблук, О.І. Поляков, О.Л. Рудік, В.Я. Щербаков, В.І. Чехова та інші. Незважаючи на це, культура залишається «в тіні» інших високих маржинальних представників олійної групи. На нашу думку, це абсолютно не відповідає як її економічному потенціалу, так і ефективності використання абіотичних та біотичних факторів середовища, ролі і місцю у сучасних агроценозах [11]. Питанню отримання сталих урожаїв насіння льону олійного, яке б мало органічний статус, що дозволило би перевести процес його вирощування на абсолютно інший якісний рівень, у сучасній науковій літературі майже взагалі не приділяється уваги, а ті фрагментарні

напрацювання, котрі у своїй більшості стосуються біологізації системи захисту культури, часто мають суперечливий характер [39, 40].

В ЄС та США особливо активно льон використовується в харчовій промисловості, зокрема випічка з льоном дуже популярна. Аналітики прогнозують збільшення частки льону в харчовій промисловості в 1,5 рази, а з ним зросте і ціна на нього [41]. Зауважимо, що середня закупівельна ціна на насіння льону за останній десятирічний період виросла з 3 тис. грн/т до 15,7 тис. грн/т.

Господарства, що володіють високотехнологічними засобами ведення землеробства включають льон олійний до структури посівних площ, вводять у сівозміни і досягають не лише високого економічного ефекту, а й дбають про зменшення фітосанітарного навантаження та природне відновлення ґрунтів. Враховуючи низькі вимоги до забезпечення поживними речовинами та хороший попит на ринку роблять льон олійний цінною культурою для органічного виробництва [42, 43]. А використання сучасних сортів, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування, є важливим екологічно доцільним чинником стабілізації та збільшення врожайності насіння.

Тим самим Україна може зайняти чільне місце на ринку здорових продуктів і, зокрема у виробництві льону олійного, тим паче, що природно-кліматичні умови дозволяють вирощеному насінню бути більш екологічним і конкурентноздатним. Навіть зараз за відносно невеликих обсягів виробництва насіння льону олійного Україна експортує його в країни ЄС [44].

Також за вирощування льону олійного в органічному землеробстві перспективним є використання мікробіологічних препаратів: деструкторів, інокулянтів, регуляторів росту, живильних речовин тощо. Використання їх в Україні різне, широкого вжитку на зернових, бобових, овочевих та окремих олійних культурах набули: інокулянти – 47,9%, фунгіциди – 35,5%, інсектициди – 8,4%, деструктори – 6,4%, біороденциди – 1,8% [45].

За низької фотосинтетичної активності знижується врожайність насіння.

Підвищити продуктивність фотосинтезу можливо шляхом оптимізації окремих елементів технології вирощування, у тому числі покращенням системи живлення. Проте слід пам'ятати, що надмірне мінеральне живлення сприяє формуванню великої площі листків, що призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу, збільшення транспірації та інших негативних явищ [46].

На дослідній фермі університету в Алігархе (Індія) в польовому досліді на легкосуглинному ґрунті максимальний урожай насіння льону (1,64 т/га) одержано за сумісного застосування основного удобрення з позакореневим підживленням [47].

В умовах змін клімату біологічні препарати дозволяють регулювати активність низки ґрунтових процесів та метаболізм рослинного організму, що сприяє ефективнішому використанню ґрунтово-кліматичного потенціалу зони та генетично зумовлених можливостей сільськогосподарських культур. Вони сприяють підвищенню стійкості рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного характеру, таких як перепад температур, дефіцит вологи, інгібуюча дія пестицидів, ураження хворобами і шкідниками, що в кінцевому результаті сприяє значному підвищенню врожайності та покращенню якості продукції [48, 49, 50].

Використання біологічних препаратів та штучних органічних добрив впродовж останніх десятиліть в практичній сільськогосподарській діяльності стають невід'ємною частиною сучасних систем живлення та технологій вирощування сільськогосподарських культур, які активно використовуються для розв'язання багатьох виробничих проблем [51].

Використання регуляторів росту рослин за вирощування провідних продовольчих культур достатньо широке та є одним із доступних і маловитратних шляхів підвищення продуктивності агроценозів, посилення стресостійкості рослин, відновлення природних процесів відтворення родючості ґрунту [52].

Ґрунтова мікробна біомаса є активним чинником колообігу енергії,

мікро- та макроелементів, чим сприяє формуванню стабільної системи живлення та оптимальних умов ґрунтового середовища [53].

Застосування мікробіологічних препаратів та штучного органічного добрива для обробітку насіння перед посівом та для позакореневого підживлення за вирощування льону олійного позитивно впливає на врожайність, вміст олії в насінні та вихід жиру [54].

Мікроелементи здатні прискорювати розвиток рослин і дозрівання насіння, підвищувати стійкість рослин до несприятливих умов навколишнього середовища та проти ряду бактеріальних та грибкових захворювань [55].

Сучасна фітофізіологія володіє значним арсеналом синтетичних регуляторів росту, які за своєю природою є або аналогами, або модифікаторами дії фітогормонів. Зокрема, інгібітори росту рослин – ретарданти, в залежності від хімічної природи, суттєво зменшують вміст або знижують активність вже синтезованих гіберелінів у тканинах [56]. Серед сучасних регуляторів росту рослин широко використовується препарат стимулюючої дії з цитокініною, гібереліною і ауксиною активністю трептолем [57].

Синтетичні регулятори росту рослин, впливаючи на процеси росту та розвитку, діють на окремі ланки метаболізму рослинних клітин, що спричинює зміни у функціонуванні фотосинтетичного апарату, в активності білкового і вуглеводного обміну, інтенсивності дихання. При цьому відбувається перерозподіл потоків асимілятів у бік господарсько цінних органів, що призводить до зростання продуктивності культури, а також збільшення вмісту резервних сполук у насінні [58, 59].

При застосуванні регуляторів росту відмічається зменшення вмісту азоту в листках і стеблах, а також збільшення концентрації фосфору і калію у вегетативних органах. Посилення відтоку елементів живлення до генеративних органів супроводжувалося зростанням врожайності насіння льону. [60].

Літературні дані свідчать про успішне використання регуляторів росту і

розвитку для збільшення врожайності та якості врожаю олійних культур. Регулятори розвитку рослин сучасного покоління впливають на процеси засвоєння мінеральних сполук, накопичення вуглеводів, перерозподіл асимілятів до господарсько-цінних органів рослин, наростання листової поверхні та формування габітусу рослин [61, 62].

1.3 Біологічні препарати в системі захисту рослин льону олійного від шкідливих організмів

Невід’ємної і пріоритетної складової науково-технічного прогресу в сільськогосподарському виробництві є впровадження біологізації та використання органічного землеробства [63]. При переході від традиційної до органічної системи землеробства, найголовнішим є виробництво сільськогосподарської продукції, яке не передбачає застосування пестицидів та мінеральних добрив [64]. Так в останні роки значно збільшуються площі з вирощування культур із застосуванням органічного землеробства, у тому числі і на півдні України. У 2018 році саме Херсонська область стала абсолютним лідером по об'ємам експорту органічної продукції [65].

Сучасний внутрішній споживчий ринок органічних продуктів в Україні почав розвиватися з 2006-2007 років, збільшившись від 500 тис. євро у 2007 році та досягнувши у 2012 році – до 7,9 млн. євро. Загальна площа органічних сільськогосподарських угідь у 2012 році в порівнянні з 2002 зросла в 1,7 рази та становить 278800 га, а кількість господарств зі статусом «органічного» зросла в 5,3 рази і нині нараховує 164 одиниці. Більшість українських органічних господарств розташовані в Одеській, Херсонській, Полтавській, Вінницькій, Закарпатській, Львівській, Тернопільській і Житомирській областях. Українські сертифіковані органічні господарства переважно різного розміру – від кількох гектарів, як і в більшості країн Європи, до понад десяти тисяч гектарів ріллі [65].

Тобто, Україна володіє значним потенціалом для розвитку органічного землеробства, оскільки вона має родючі ґрунти та великі природні ресурси.

Однак, внаслідок російської агресії, фермери України зіткнулися зі складнощами, які вплинули на посіви та врожай пшениці, гороху та інших культур. Недостача добрив, палива для тракторів, закриття портів та військова активність призвели до зниження посівних площ та експорту [66].

В Україні розроблені інноваційні технології вирощування органічної продукції окремих культур, що суттєво відрізняються від традиційної класичної технології [67, 68]. Натомість, органічна система ведення рослинницької галузі у структурі сільськогосподарського виробництва невелика. На сьогодні лише десять агропідприємств, в основному з вирощування та переробки плодо-овочевої продукції, у Херсонській області працюють за стандартами Органік систем. Для зміни ситуації необхідно розширити перелік виробництва органічних продуктів, у тому числі олійних культур.

Зернові та олійні культури є найважливішими культурами в сільському господарстві, оскільки зерно – це основний продукт харчування людини та сировина для багатьох галузей промисловості. Україна є одним з провідних виробників цих культур у світі, тому їх захист є дуже важливим завданням для забезпечення продовольства населення та економічного розвитку країни.

В органічному землеробстві біологічний захист рослин грає важливу роль у збереженні родючості ґрунту та досягненні екологічно безпечного виробництва рослинництва. Біологічний захист передбачає використання біологічних препаратів, мікроорганізмів, екологічно безпечних методів та прийомів для контролю шкідників, хвороб і бур'янів.

Одним із радикальних заходів виробництва екологічно безпечної продукції є науково-обґрунтоване застосування систем біологічного захисту рослин із використанням біоінсектицидів і біофунгіцидів проти шкідливих організмів [69, 70].

Льон олійний в Україні вирощуються на великих площах, тому біологічний захист може бути ефективним методом захисту від шкідників та хвороб. Важливо забезпечувати належний догляд за рослинами та вчасно

виявляти шкідників та хвороби, щоб забезпечити високу якість та врожайність насіння. Відзначається, що біологічні препарати не мають шкідливого впливу на рослини або тварин, не накопичуються в них і не забруднюють навколишнє середовище [71]. Крім того, вони економічні у використанні, для обробки потребують досить невелику кількість. Враховуючи ці переваги, біологічні препарати стають все більш популярними серед аграріїв [72].

Продовольча безпека та більш свідоме споживання спонукає компанії та уряди підтримувати стійке ведення сільського господарства. За прогнозами, обсяг світового ринку сільськогосподарських біопрепаратів зросте на рівні 13,6%, досягнувши до 2025 року 18,9 мільярдів доларів, причому лівова частка припадатиме на Європу, Австралію, Північну та Південну Америку. Ринки в Азії та Африці також збільшують використання продуктів біоконтролю в сільськогосподарській практиці. За дослідженнями компанії «RESEARCH AND MARKETS» обсяг світового ринку біопестицидів оцінювався в 4 550,83 млн доларів в 2021 році, 5 311,57 мільйонів доларів США в 2022 році, і, за прогнозами, він зростатиме на рівні 16,89% і досягне 11 610,10 мільйонів доларів до 2027 року. Глобальний ринок біопестицидів досягне 19,85 мільярдів доларів до 2030 року, зростаючи на 15,6% щорічно протягом 2020-2030 років (рис. 1.1).

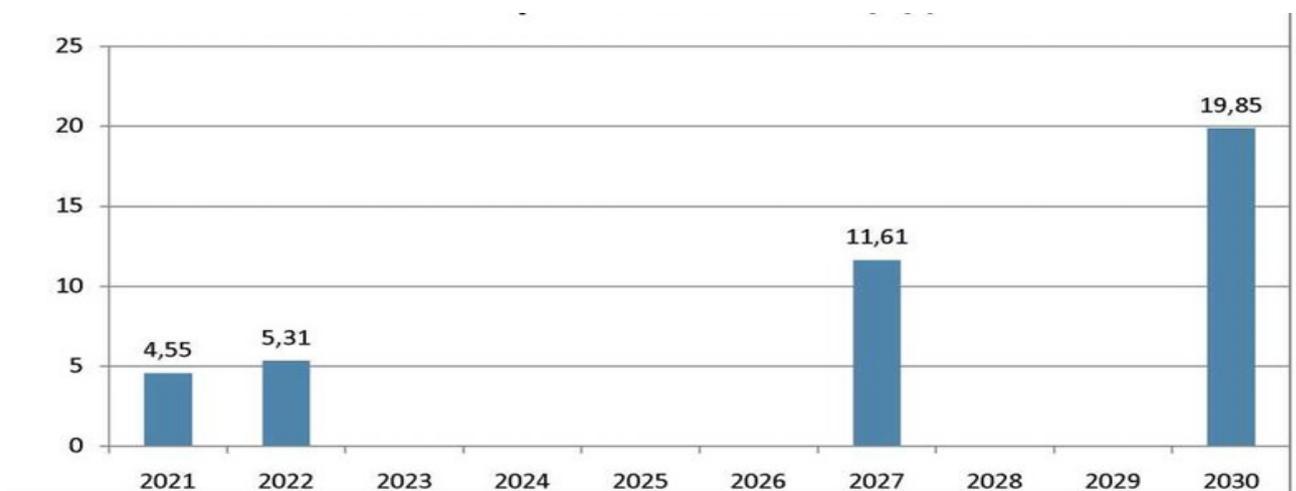


Рис. 1.1. Обсяг світового ринку біопестицидів, млрд. дол. США (за RESEARCH AND MARKETS, 2021, 2022) [73]

З точки зору обсягу продажів, ринок буде зростати у 2020-2030 рр. з середньорічним темпом росту у 10,4% [67].

Імпортні біопрепарати найбільш чисельно представлені фірмами США (30 препаратів), Аргентини (12 препаратів), Угорщини (10 препаратів), Великобританії, Італії (6 препаратів), Іспанії, Республіки Білорусь (5 препаратів) [73] (Додаток В.1).

У даний час компанії з виробництва біоконтролюючих агентів, біопестицидів та феромонів присутні не лише у США, а й у Швейцарії, Японії, Індії, Китаї, Швеції, Бельгії, Нідерландах, Англії, Італії, Німеччині, Канаді, Фінляндії.

Станом на травень 2022 р. у Держреєстрі з діючою ліцензією перебуває 126 біопрепаратів для захисту рослин від 38 вітчизняних виробників (Додаток В.2).

Також в Україні в галузі промислових технологій виробництва і застосування засобів біологізації рослинництва працюють Інститут мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, Компанія «БТУ-Центр», Інженерно-технологічний інститут "Біотехніка", Інституту с.-г. мікробіології та агропромислового виробництва продукція яких дозволена до використання в органічному землеробстві, що підтверджується сертифікатами Organic Standard.

Інформація «Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» свідчить, що значну частку в загальній структурі складають препарати, призначені для покращення живлення і підвищення урожайності сільськогосподарських культур – 61,7 %. Частка препаратів для захисту культур від збудників хвороб складає 19,6%, для захисту сільськогосподарських культур від шкідників – 13,4%, для боротьби з гризунами – 3,1%. (рис. 1.2).

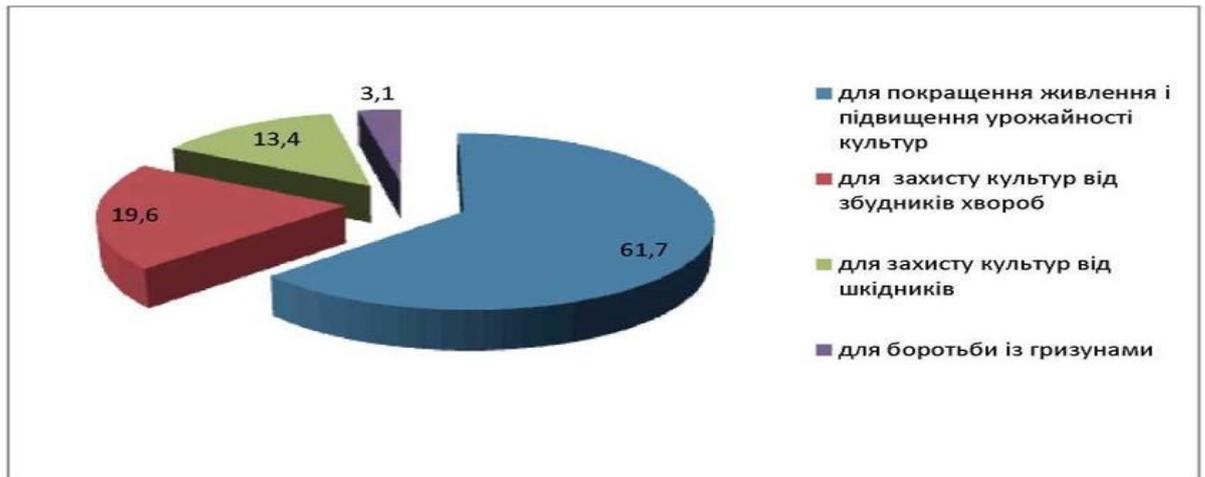


Рис. 1.2. Структура біопрепаратів, % (за даними «Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні») [74].

Проте, ефективність застосування більшості біологічних препаратів поки що не висока. Крім того ряд досліджень свідчать, що біофунгіциди і біоінсектициди необхідно застосовувати сумісно. Багато питань захисту рослин з використанням біологічних препаратів у системі органічного землеробства досліджено не достатньо. У Національній доповіді «Цілі Сталого Розвитку: Україна» серед визначених завдань передбачається «збільшення площі земель органічного виробництва з 410,6 тис. га (1,0 % загальної площі сільськогосподарських угідь) у 2015 році до 3000,0 тис. га (1,7% загальної площі сільськогосподарських угідь) у 2030 році».

Через зміни клімату значно поширилось захворювання рослин, в тому числі і на льону олійному, яких уражується більше ніж 15 видами збудників грибних хвороб. Виявлено, що внаслідок ураження хворобами врожайність льону олійного знижується на 15-20%, а в роки епіфітотійного розвитку – до 50%. Найпоширенішими хворобами льону олійного є фузаріозне в'янення (*Fusarium oxysporum* Schl. f. lini), борошниста роса (*Erysiphe cihoracearum* DC. f. lini), іржа (*Melampsora lini* (Pers.) Lev.) [75].

Трирічні дані досліджень В.О. Єщенка про забур'яненість посівів льону олійного при вирощуванні його на безгербіцидному фоні після ярих пшениці та ячменю, гороху та сої, гречки, кукурудзи і буряків цукрових та в повторних

посівах свідчать, що протягом вегетації сої за безгербіцидної технології найменш забур'янені були посіви при вирощуванні льону після зернових колосових попередників, хоч на початок вегетації меншу забур'яненість посівів льону серед всіх попередників забезпечували просапні буряки цукрові і кукурудза на зерно та гречка. Недоцільно з позиції поширення бур'янів льон вирощувати повторно і після сої [76].

З огляду на тісний зв'язок між здоров'ям рослин і охороною навколишнього природного середовища актуальним і перспективним стає використання екологічно безпечних методів боротьби зі шкідниками та хворобами за допомогою біологічних препаратів. Застосування біологічного методу захисту рослин є актуальним і одним із важливих інструментів переходу до органічного та екологічного землеробства України. Сам біологічний метод захисту рослин ґрунтується на використанні живих організмів проти шкідників, збудників хвороб і бур'янів. В Україні є приклади успішного вирощування органічного льону олійного. Так на полях компанії «Сварог Вест Груп» площа для вирощування органічного льону в 2019 р становила 435,7 га, а врожайність у середньому варіюється на показниках 1,0-1,5 т/га. Максимальна урожайність в органічному виробництві, за дотримання ґрунтово-кліматичних умов, сягає 2,0 т/га [77].

Висновки до розділу 1:

1. Вирощування льону олійного в світі набирає все більшої популярності, але в Україні серед аграрій України зацікавленість ним не стійка, притаманні сезонні коливання. Тому перед науковцями поставлене завдання в найближчі роки стабілізувати його врожайність.

2. Сучасні сорти льону олійного, зокрема харчового напряму, мають високий потенціал урожайності – 2,0 т/га і більше, але їх можливості використовуються лише на 20-20 %. Збільшити виробництво насіння льону олійного в Україні можливо за рахунок більш повного використання їх генетичного потенціалу продуктивності.

3. Аналіз наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів свідчить, що для вирощування льону олійному в органічному землеробстві та максимальної реалізації потенціалу продуктивності, сучасні сорти льону олійного потребують удосконалення зональної сортової агротехніки, зокрема використання інноваційних багатокомпонентних регуляторів росту та біологічних препаратів у системі захисту рослин.

4. У науковій літературі відображені результати досліджень, у яких основна увага приділялась підвищенню врожаю насіння технічних сортів льону олійного за рахунок використання агрохімікатів. Тому дослідження особливостей вирощування сучасних сортів льону олійного – Орфей і Живинка, насіння якого використовується на харчові цілі, а саме – реакція їх на застосування інноваційних регуляторів росту за обробки насіння і рослин та біологічних препаратів у боротьбі зі шкідливими організмами в сівозміні органічного виробництва південного Степу України, є недостатніми, а деякі питання взагалі не вивчені. Тому ця проблема є досить актуальною та має важливе наукове і практичне значення.

За матеріалами розділу опубліковано п'ять наукових праць [11,12, 13, 14, 15].

Список джерел літератури до розділу 1

1. Губенко Л. Льон олійний: особливості вирощування. Журнал «Пропозиція», №11, 2019 р. URL: <https://propozitsiya.com/ua/lon-oliynyy-osoblyvosti-vyroshchuvannya>
2. Юрченко О.О. Насіння льону та продукти на його основі як природні антиоксиданти. *Хранение и переработка зерна*. 2011. № 4 (142). С. 66–67.
3. Рудік О. Л., Мринський І. М. Загальна та біоенергетична оцінка подвійного використання льону олійного. *Вісник ЖНАЕУ*. Житомир. 2015. № 2 (50), Т. 1. С. 325–330.
4. Бірюкова І. Льон у чіпсах майбутнього. *The Ukrainian Farmer*. 2018. С.

40–43.

5. Хілінський С.А. Олійний льон для аграріїв сьогодні – від 100% рентабельності та низка інших переваг. *Агроном*. 2019. № 4. С. 74–75.

6. Махно Ю.О. Харчовий льон. *The Ukrainian Farmer*. 2018. С. 96–97.

7. Державна служба статистики України.
URL:<https://www.ukrstat.gov.ua/>

8. Поляков О.І., Нікітенко О.В., Вахненко С.П. Агротехніка льону олійного. *The Ukrainian Farmer*. 2017. С. 102–105.

9. Рудик А., Керимов А. Оценка сортовых особенностей с целью двойного использования посевов льна масличного. *Elimu News is the Researching of Natural Sciences*. Lankaran. 2018. Vol. 1. P. 221–229.

10. Товстановська Т., Махно О. Насіння для льону. *The Ukrainian Farmer*. 2017. С.76–79.

11. Жуйков О.Г., Мельник М.А. Льон олійний в Україні – культура втрачених можливостей. *Таврійський науковий вісник: Зб. наук. пр.* Херсон : 2022. Вип. 123. С.62-67. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.9>

12. Жуйков О.Г., Мельник М.А. Льон олійний в Україні – культура втрачених можливостей. *Наукові аспекти формування сучасних агротехнологій – інновації молодих вчених для забезпечення сталого розвитку агропромислового комплексу: міжнародна науково-практична інтернет-конференція молодих вчених (м. Херсон, 20 травня 2022 року)*. Херсон: ІЗЗ НААН, 2022. С. 25-26.

13. Zaiets S., Melnyk M. (2023). Production and prospects of oil flax cultivation in Ukraine. The I International Scientific and Practical Conference «*Modern methods for the development of science*», January 09 – 11, Haifa, Israel. 15-18.

14. Заєць С.О., Мельник М.А. Виробництво насіння та досвід використання біологічних препаратів за вирощування льону олійного. *Зелене повосенне відновлення продовольчих систем в Україні : збірник матеріалів*

Міжнародної науково–практичної конференції (м. Одеса, 26 січня 2023 року). Одеса : Олді+, 2023. С. 266-272.

15. Заєць С. О., Мельник М. А. Продуктивність льону олійного залежно від підживлення мікродобривом. *Олійні культури: сьогодення та перспективи*. Матеріали Міжнародної наукової Інтернет конференції. 21 березня 2023 р. ІОК НААН, м. Запоріжжя

16. Шепель А. В. Льон олійних як попередник круп'яних культур у проміжних посівах в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 80. С. 166–170.

17. Щербаков В. Яковенко Т. Когут І. Роль олійних культур у підвищенні ефективності аграрного виробництва. *Пропозиція*. 2009. № 6. С. 64–68.

18. Баранник В. Г., Голобородько П. А., Гілязетдінов Р. Н. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону довгунця: за ред. П. А. Голобородька. Глухів: ІЛК УААН, 2001. 29 с.

19. Чехов С. А. Ринок насіння льону олійного. *Економіка АПК*. 2016. 8. С. 37–41. **замінити**

20. Маслак О. Привабливість льону олійного. *Агробізнес сьогодні*. К., 2015. 4 (299). С. 11.

21. Насінництво й насіннезнавство олійних культур: за ред. М. М. Гаврилюка. К. Аграрна наука, 2002. 224 с.

22. Дзюбайло А.Г., Шувар А.М., Рудавська Н.М., Дорота Г.М., Тимків М.Ю. Оцінка сортів льону олійного за продуктивністю в зоні Лісостепу західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (2). С. 53-66.

23. Дрозд І. Ф. Вплив метеорологічних умов Передкарпаття на морфологічні та біохімічні показники льону олійного. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2020. № 29. С. 112–122.

24. Чехов А. В., Лапа О. М., Міщенко Л. Ю., Полякова І. О. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування К.: [Б. в.], 2007. 59 с.

25. Rui Guo, Ji Zhou, WeiPing Hao, FengXuex Gu, Qi Liu, HaoRu Li, Xu Xia, LiLi Mao. Germination, growth, chlorophyll fluorescence and ionic balance in Linseed seedlings subjected to Saline and Alkaline stresses. *Plant Production Science*. 2014. № 17:1. P. 20–31.

26. Товстановська Т. Резерв підвищення врожаїв льону олійного. Аграрний тиждень. 2018. URL: <http://a7d.com.ua>

27. Юник А. В. Особливості вирощування льону олійного. *Пропозиція*. 2015. № 11. С. 76–80.

28. Diederichsen A., Raney J. P., Seed colour, seed weight and seed oil content in *Linum usitatissimum* accessions held by Plant Gene Resources of Canada. *Plant Breed.* 2006. Vol. 125. № 4. P. 372–377.

29. Chandra S. Use of index selection method in improvement of yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Genetica Agraria*. 1977. Vol. 31. № 1–2. P. 87–98.

30. Янішевський Л. І. Екологічна стабільність і пластичність сортів льону олійного. Вісник ХНАУ. 2013. № 9. С. 339-343.

31. Brutch N. B., Zenetic Collection of Flax in VIR Department of Industrial Crops. Bust fibrus plants today and tomorrow, 28–30 September 1998. St. Petersburg, 1998. № 2. P. 45–49.

32. Лунін М. Д., Товстановська Т. Г. Зв'язок тривалості основних міжфазних періодів з іншими ознаками льону олійного. *Наук. техн. бюл. Інституту зернового господарства УААН*. 2001. № 15–16. С. 120–123.

33. Basandrai D., Basandrai A. K., Sethi G. S Evaluation of flax (*Linum usitatissimum*) genotypes for multiple-disease resistance. *Indian J. agr. Sc.* 1994. Vol. 64. № 10. P. 704–707.

34. Stevenson F. C., Wright A. T. Seeding rate and row spacing affect flax yields and weed interference. *Canadian Journal of Plant Science*. 1996. № 76(3). P. 537–544.

35. Кандиба Н. М. Ефективність доборів за сукупністю господарсько цінних ознак у рослин льону-довгунця. *Вісник Сумського Національного*

аграрного університету. 2011. Вип.4(21). С. 163-166.

36. Khan M. A., Antonovics J., Bradshaw A. D. Adaptation to heterogeneous environments. III. The inheritance of response to spacing in flax and linseed (*Linum usitatissimum*). *Austral. J. Agric. Res.* 1976. Vol. 27. № 5. P. 649–659.

37. Слісарчук М. В., Динник В. П., Дрозд О. М., Лісовий О. Б. Використання генетичного потенціалу *Linum usitatissimum* у селекційній роботі. *Вісник аграрної науки*. 2014. 10. С. 47-50.

38. Полякова І., Поляков О. Ресурси льону олійного в Україні. *Пропозиція*. 2008. № 5. С. 52–53.

39. Сторчоус І. Готуємо насіння льону з осені. *Агробізнес Сьогодні*. 2018. № 15–16. С. 44.

40. Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Рудік О. Л. Особливості елементів технології вирощування льону олійного в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2014. Вип. 80. Ч. 2. С. 198–20.

41. Льон - цінна технічна культура. URL: <https://tripoli.land/ua/lyon>

42. Thomas Frei. Crop management of linseed. Research Institute of Organic Agriculture. (2016). URL: <https://www.youtube.com/watch?v=5SZ8M9gKI0k>

43. Growing linseed and linola in Victoria. URL: <https://agriculture.vic.gov.au/crops-and-horticulture/grains-pulses-and-cereals/growing-grains-pulses-and-cereals/growing-linseed-and-linola-in-victoria>

44. Фадєєв Л. Олійний льон – найцінніша культура. *AgroONE*. 2021. №67 URL: <https://www.agroone.info/publication/olijnij-lon-najcinnisha-kultura/>

45. Крутякова В.І. Біологічний метод захисту рослин як важливий інструмент переходу до органічного та екологічного землеробства: практика застосування і перспективи для України. Доповідь на засіданні Предидії Академії 12 листопада 2020 р. http://naas.gov.ua/news/?ELEMENT_ID=6416

46. Karpets, I. P., & Drozd, O. M. Quality of products of long-stalk flax and oil flax under the different methods of sowing and fertilization. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 6. 2005. P. 21–24.

47. Firoz M. Effect of soil-and leaf-applied phosphorus on the yield and

quality of linseed. *Indian J. Plant Physiol.* № 1. 1999. P. 25–30.

48. Kalenska S., Yeremenko O., Novictska N., Yunyk A., Honchar L., Cherniy V., Stolyarchuk T., Kalenskyi V., Scherbakova O., Rigenko A. Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. *9th International Conference on Biosystems Engineering*, Tartu, Estonia, 9–11 May 2018: book of abstracts. Tartu, 2018. P. 98.

49. Lafond G. P., Irvine B., Johnston A. M., May W. E., McAndrew D. W., Shirliffe S. J., Stevenson F. C. Impact of agronomic factors on seed yield formation and quality in flax. *Canadian Journal of Plant Science.* 2008. № 88(3). P. 485–500.

50. Корнута Ю. П. Ефективність біозасобів при вирощуванні льону довгунцю за різних погодних умов. *Вісник аграрної науки.* 2014. № 7. С. 69-72.

51. Коновалова В. М., Сябрук Т. А., Коновалов В. О., Тищенко А. В. Використання мікробіологічних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема льону олійного. *Зрошуване землеробство.* 2020. Вип. 73. С. 175-179. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.34>

52. Basak B. B., Jat R. S., Gajbhiye N. A., Saha A., Manivel P. Organic nutrient management through manures, microbes and biodynamic preparation improves yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata*), and soil properties. *Journal of Plant Nutrition.* 2020. № 43 (4). P. 548–562. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1685100>

53. Bargaz A., Lyamlouli K., Chtouki M., Zeroual Y., Dhiba D. Soil Microbial Resources for Improving Fertilizers Efficiency in an Integrated Plant Nutrient Management System. *Front. Microbiol.* 2018. Vol. 9. P. 1606. doi: 10.3389/fmicb.2018.01606

54. Сябрук Т. А., Коновалова В.М., Левенець Т. П., Рудік О. Л. Вплив мікробіологічних препаратів на урожайність льону олійного та вихід олії з насіння *Сільськогосподарська мікробіологія.* Чернігів : ІСМАВ НААН, 2021. Вип. 34. С. 61–68. DOI: <https://smic.in.ua/index.php/journal/issue/view/32/12>

55. Деревянський В.П., Мазур В.І., Махно Ю.О. та ін. Ефективність

мікробних препаратів при вирощуванні олійних культур в умовах західного Лісостепу України: науково-практичні рекомендації, Самчики, 2014. 15 с.

56. Кур'ята В.Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку:Ф 50 у 2т / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. К.: Логос, 2009. С. 565-587.

57. Пономаренко С.П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування: зб. наук. праць УДАУ. Умань, 2008. С.44-51.

58. Cook Sarah K. Evaluation of FD4121A as a growth regulator for linseed. *Ann. Appl. Biol.* 1992. 120, Suppl. P. 66-67.

59. Leitch M.H., Kurt O. Effects of plant growth regulators on stem extension and yield components of linseed (*Linum usitatissimum*). *The Journal of Agricultural Science*. Cambridge University Press. Vol. 132, Issue 2. 1999. P. 189-199.

60. Ходаницька О. О. Регуляція продуктивності та якості продукції льону олійного за допомогою регуляторів росту з різним напрямком дії. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2012. № 1(57). С. 153-157.

61. Diederichsen A., Raney J.P. Seed colour, seed weight and seed oil content in *Linum usitatissimum* accessions held by Plant Gene Resources of Canada. *Plant Breed.* 2006. Vol. 125, № 4. P. 372–377.

62. Rogach V.V. Influence of growth stimulants on photosynthetic apparatus, morphogenesis and production process of eggplant (*Solanum melongena*) *Biosystems Diversity*. 2017. № 25 (4). P. 297-304.

63. Гончарук І.В., Ковальчук С.Я., Цицюра Я.Г., Лутковська С.М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 478 с.

64. Золотухін О. Органічне землеробство краще за традиційного. 2018. URL: [https://www.growhow.in.ua/organichne-zemlerobstvo-krashhe-](https://www.growhow.in.ua/organichne-zemlerobstvo-krashhe)

tradytsijnogo/

65. Осадчук І.В., Боліла С.Ю., Кириченко Н.В. Розвиток крафтового органічного сімейного фермерства – шлях до подолання безробіття на селі. Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка». 2020. №4. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.4.61

66. Порівняння органічного та неорганічного сільського господарства. URL: <https://organicinfo.ua/infographics/comparison-of-organic-and-conventional/>

67. Камінський В.Ф. Біологічне землеробство в умовах зміни клімату. *Посібник українського хлібороба*. 2017. № 1. С. 28–31.

68. Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2004. 312 с.

69. Жуйков О.Г. Біологічний метод захисту рослин у сучасному органічному землеробстві України: історичні аспекти, тренди, перспективи. *Аграрні інновації*. 2022. 12. С. 23-27. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.4>

70. Біопрепарати - що це і як застосувати. URL: <https://vseroste.com.ua/blog/biopreparati-shcho-tse-i-iak-vikoristovuvati>

71. Основні помилки при використанні біопрепаратів. URL: <https://vseroste.com.ua/blog/osnovni-pomilki-pri-vikoristanni-biopreparativ>

72. URL: <https://agro-business.com.ua/ahraryni-kultury/item/25041-biologichnyi-metod-zakhystu-roslyn-v-ukraini-realii-i-perspektyvy.html>

73. Світовий досвід застосування біологічного методу захисту рослин та перспективи в Україні. 2022. URL: <https://svgr.gov.ua/news/1666084314/>

74. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>

75. Варибок К. Урожай льону через хвороби знижується на 15-20%. *Агрономія*. 2018. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/urozhaj-lonu-cherez->

hvorobi-znizhuetsya-na-15-20/

76. Єщенко В.О., Коваль С. П. Забур'яненість посівів льону олійного після різних попередників за безгербіцидної технології. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 83. С. 8-12.

77. Технологія вирощування органічного льону. СуперАгроном. 2020. <https://superagronom.com/cards/tehnologiya-viroshchuvannya-organichnogo-lonu-z-dosvidu-svarog-vest-grup-id18452>

РОЗДІЛ 2.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтово-кліматична характеристика зони

Із загальної площі України зона Степу займає близько 25 млн га, що охоплює майже 40 % території України. У цю зону частково або повністю входять 9 областей (Кіровоградська, Одеська, Дніпропетровська, Запорізька, Херсонська, Миколаївська, Донецька, Луганська, Харківська) і Крим [1, 2].

Територію зони Степу за умовами ґрунтового покриву, теплового режиму та зволоження поділяють на північну та південну підзони. Природною межею між ними вважають лінію переходу чорноземів звичайних у південні [3].

Підзона Південного Степу суттєво відрізняється від інших за кліматичними і ґрунтовими умовами, має особливості ведення землеробства і технологій вирощування культур.

Ґрунтовий покрив цієї зони представлений переважно південними чорноземами, темно-каштановими і каштановими ґрунтами [4, 5]. Вони досить родючі, але відзначаються слабкою структурністю, важким гранулометричним складом, солонцюватістю, розвитком ерозійних процесів.

Чорноземи південні займають площу біля 3 млн га. В їх орному шарі міститься 3–4 % гумусу, а гумусовий горизонт – 50–70 см. Вони діляться на чорноземи південні, перехідні до звичайних, чорноземи мало гумусні, чорноземи солонцюваті. В орному шарі ґрунту міститься: нітратного азоту – 30–60, рухомого фосфору – 25–50, обмінного калію – 250–270 мг на 1 кг ґрунту. Щільність складення 1,3–1,4 г/см³.

Темно-каштанові ґрунти займають площу 1270 тис. гектарів. За властивостями вони близькі до чорноземів південних, але відрізняються від них меншим вмістом гумусу (2–2,5 %) і розміром гумусового горизонту – 45–50 см, низькою водопроникністю і меншим вмістом елементів живлення.

Гранулометричний склад частіше важкосуглинковий і рідше середньо – і легкосуглинковий.

Каишанові ґрунти розміщені вузькою смугою у Присиваській зоні Причорноморської низини і займають площу 219,4 тис. гектарів. Вони відзначаються солонцюватістю і залягають у комплексі з солонцями. Кількість гумусу не перевищує 2,3 %.

Слід відмітити, що останніми роками через порушення науково обґрунтованих принципів ведення землеробства, стан земельних ресурсів степової зони стрімко погіршується. Спостерігається зменшення вмісту гумусу, пришвидшуються процеси ерозії, вторинного засолення, осолонцювання, збільшуються площі техногенного забруднення. У наслідок втрати гумусу спостерігається чітка тенденція до погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту, що часто призводить до обмежуючого накопичення вологи та їхньої родючості.

Ґрунт дослідного поля Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, де проводились досліді, – чорнозем південний, малогумусний важкосуглинковий на лесовій породі та є типовим зональним ґрунтам Одеської області, рН водної витяжки складає 7,2.

Гумусовий горизонт становить 50–55 см, а орний шар ґрунту має товщину 25 см. Щільність складення орного шару ґрунту становить 1,32 г/см³. Найменша вологоємність метрового шару складає 26,1 %, а вологість в'янення 12,5 % від маси сухого ґрунту. Ґрунтова вода залягає глибше 8 м.

В орному шарі ґрунту міститься 2,95% гумусу, 30–40 мг/кг легкогідролізованого азоту, що недостатньо для нормального росту рослин і вимагається покращення азотного живлення. Рухомим фосфором ґрунт нижче середнього забезпечений – 34–50 мг/кг, а обмінним калієм – середній 130 мг/кг ґрунту.

Отже, чорнозем південний важкосуглинковий щодо агрохімічних та водно-фізичних показників загалом придатний для вирощування більшості основних сільськогосподарських культур.

Південний Степ України – це зона ризикованого землеробства, агроекологічні умови якого нестабільні, а в окремі роки екстремальні [6]. Перш за все, ведення землеробства тут відбувається в умовах недостатнього зволоження, де надходження вологи від опадів не перекиває випаровування з посівів. Тобто у цій зоні спостерігається дефіцит забезпечення рослин водою.

Клімат цієї зони є помірно–континентальний, із порівняно теплою зимою та жарким і тривалим літом. Середня температура повітря за рік становить 9,8–10,8 °С. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 0,8–2,2 °С, а середня температура липня (найтеплішого місяця) – +22,9–23,9 °С [7, 8].

Зимовий період триває 62–77 діб – з 6–14 грудня до 14–22 лютого, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °С у бік потепління та починається весна.

Вегетаційний період сільськогосподарських культур триває 229–237 діб: починається 20–25 березня і закінчується 9–14 листопада. Сума позитивних температур повітря вище 5 °С за цей період змінюється від 3635 °С на сході до 3770 °С у центрі.

Період із середніми добовими температурами повітря 10 °С і вище, тобто активного росту та розвитку рослин, триває 183–189 діб. Сума позитивних температур повітря вище 10 °С за цей період змінюється від 3285 °С на півночі до 3415 °С у центрі. В окремі роки ця сума коливається від 2850 до 3685 °С.

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15 °С і вище), триває 132–142 діб – з 11–17 травня до 24–30 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15 °С за цей період змінюється від 2585 °С на півночі до 2735 °С у центрі.

Середня кількість опадів за рік становить 444 мм і коливалась від 368 до 503 мм. Найбільша кількість опадів спостерігається у червні (47,4 мм), найменша – у лютому та березні (по 22,4 мм). Впродовж року налічується 100–120 діб з непродуктивними опадами. Водночас опади, які перевищують 5 мм,

спостерігаються тільки протягом 21–23 діб. Добовий максимум їх часто досягає 50–60 мм, а в деяких випадках – 150–180 мм. Найбільша кількість опадів, переважно у вигляді злив (60–70 %), припадає на теплий період року та, як правило, супроводжуються шквалами, а інколи градом.

Відношення кількості опадів за період зі середньодобовою температурою вище 10 °С до суми температур за той самий період зменшений у 10 разів, тобто гідротермічний коефіцієнт становить 0,6–0,7, що свідчить про посушливість клімату [3, 9].

Останніми роками клімат став ще більш посушливим, про що зазначають вчені, які спостерігають глобальні його зміни на планеті [10, 11]. Не виключенням є зміни клімату і в умовах Південного Степу України [12–15].

Агроекологічні умови, що викликані потеплінням призводять до зміни ростових процесів у рослинах та формування продуктивності сільськогосподарських культур [16].

Ряд вчених стверджують, що за останні 50 років середньорічна температура повітря зросла на 1,8 °С. Зими стали теплішими, з довготривалими відлигами і коротшими майже на місяць.

Разом з цим, кількість опадів майже не змінилась, але вони переважно носять зливовий характер та характеризуються значною нерівномірністю надходження протягом періоду вегетації культури. За рахунок більш високих температур повітря зросло випаровування вологи з ґрунту, що призвело до зниження гідротермічного коефіцієнту і, як наслідок, до підвищення посушливості клімату і збільшення дефіциту вологи. Унаслідок такого підвищення посушливості клімату в південному регіоні ймовірність посушливих років зросла до 60–75 % [17].

Таким чином, за природними і ґрунтовими умовами південний Степ України відповідає біологічним вимогам льону олійному.

2.2 Особливості метеорологічних умов у роки проведення досліджень

Метеорологічні показники, які визначали погодні умови вегетаційного періоду льону олійного взято із сайту спостережень meteoblue.com [18], а середня багаторічна норма опадів і температури повітря за період з 2012 р. по 2021 р. з сайту superaग्रonom.com по сел. Хлібодарське [19].

Веgetаційний період 2023 року.

Загалом агрометеорологічні умови за період вегетації льону олійного були типовими для зони південного Степу України, але дещо різнилися за місяцями. Так, опадів на початку весни практично не було, а у квітні їх випало більш ніж у два рази за кліматичну норму, що значно покращило умови для появи сходів та початкового росту рослин (рис. 2.1).

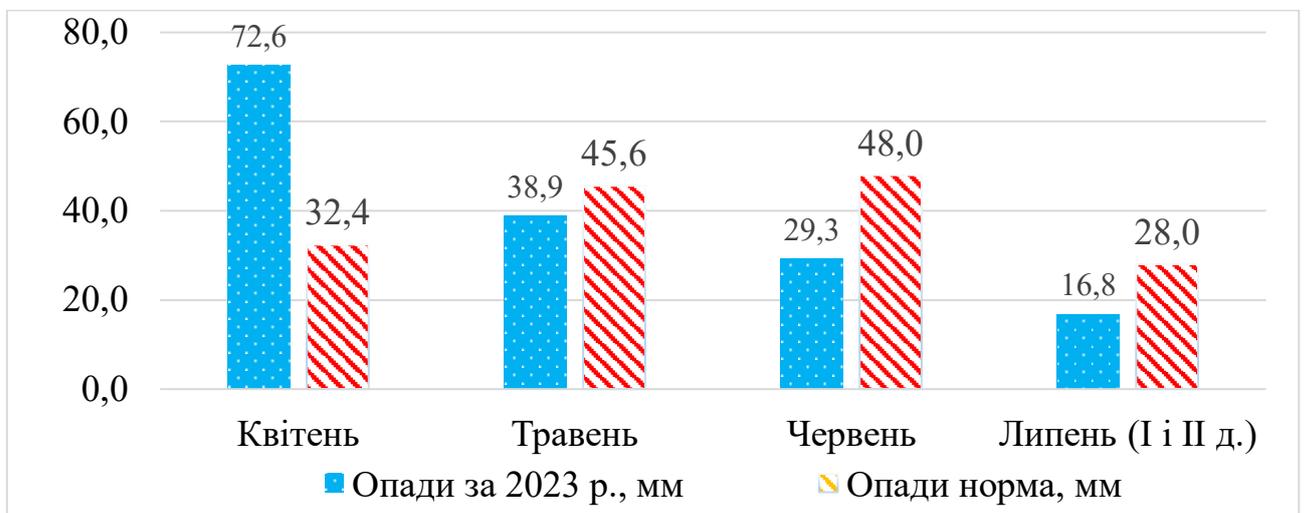


Рис. 2.1. Середня місячна кількість опадів у період вегетації льону олійного в 2023 році та норма [18, 19]

У травні середньомісячна температура повітря була близькою до кліматичної норми, а в червні виявилась вищою на 0,9 °С, проте опадів випало менше норми, особливо у червні, у якому їх недобір склав 39 % (рис. 2.2).

За першу і другу декади липня опадів випало на 11,2 мм менше ніж зазвичай, але температурний режим був вищим на 2,9 °С. Отже, в умовах 2023 року спостерігались різні періоди з температурним режимом та опадами, а

посушливими вони були в травня, червні та липні, коли проходили ростові процеси у рослин і формування та дозрівання насіння льону олійного.

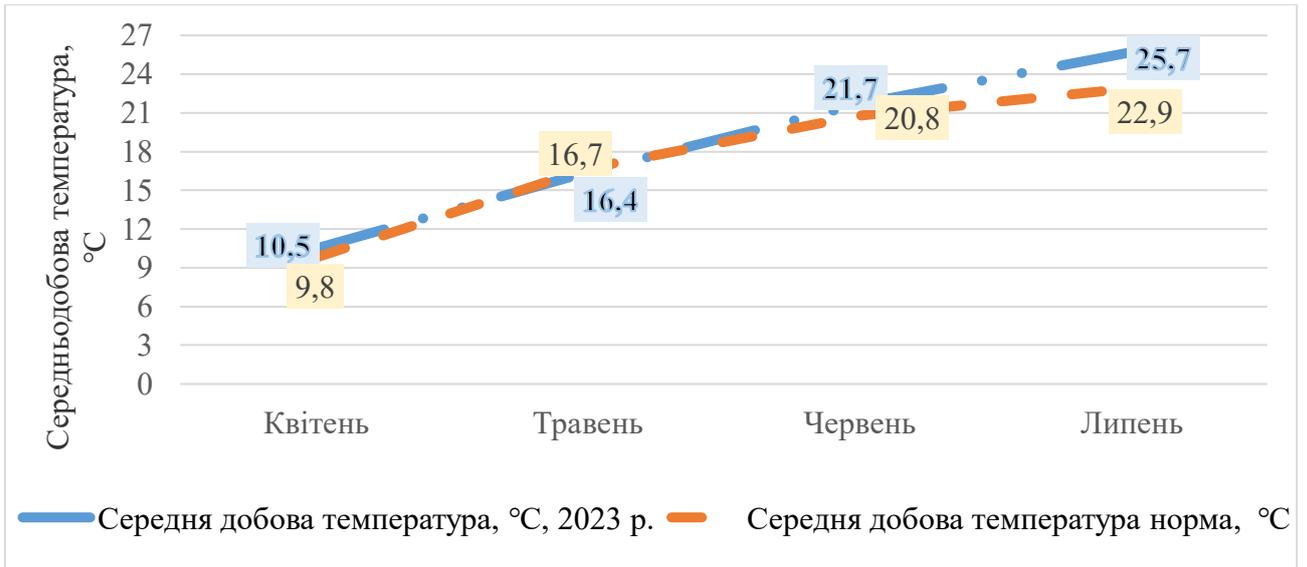


Рис. 2.2. Середня місячна температура повітря в період вегетації льону олійного в 2023 році та норма [18, 19]

Веgetаційний період 2024 року.

Відмінною особливістю вегетаційного періоду льону олійного 2024 року було те, що температура повітря у квітні була близькою до середньобагаторічних значень, у травні на 0,8 °C менше, а червні і липні на 3,0 та 5,6 °C вище за норму (рис. 2.3).

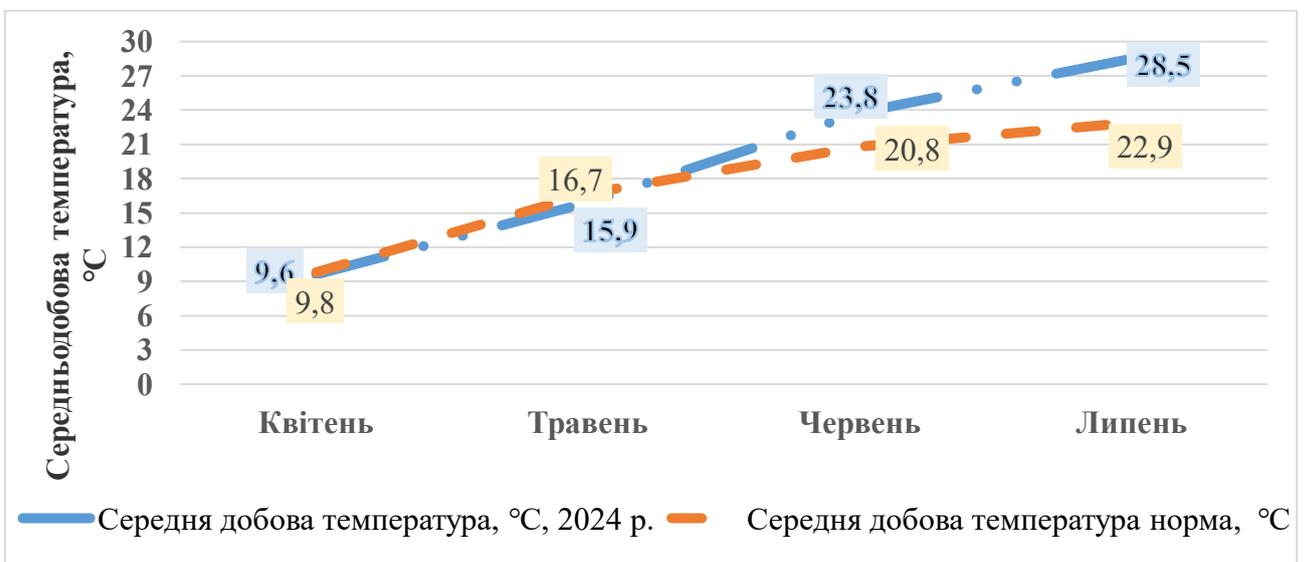


Рис. 2.3. Середня місячна температура повітря в період вегетації льону олійного в 2024 році та норма [18, 19]

Опади, що випали в квітні, перевищували кліматичну норму майже в 1,9 рази, що значно покращило умови початкового росту рослин льону олійного (рис. 2.4).

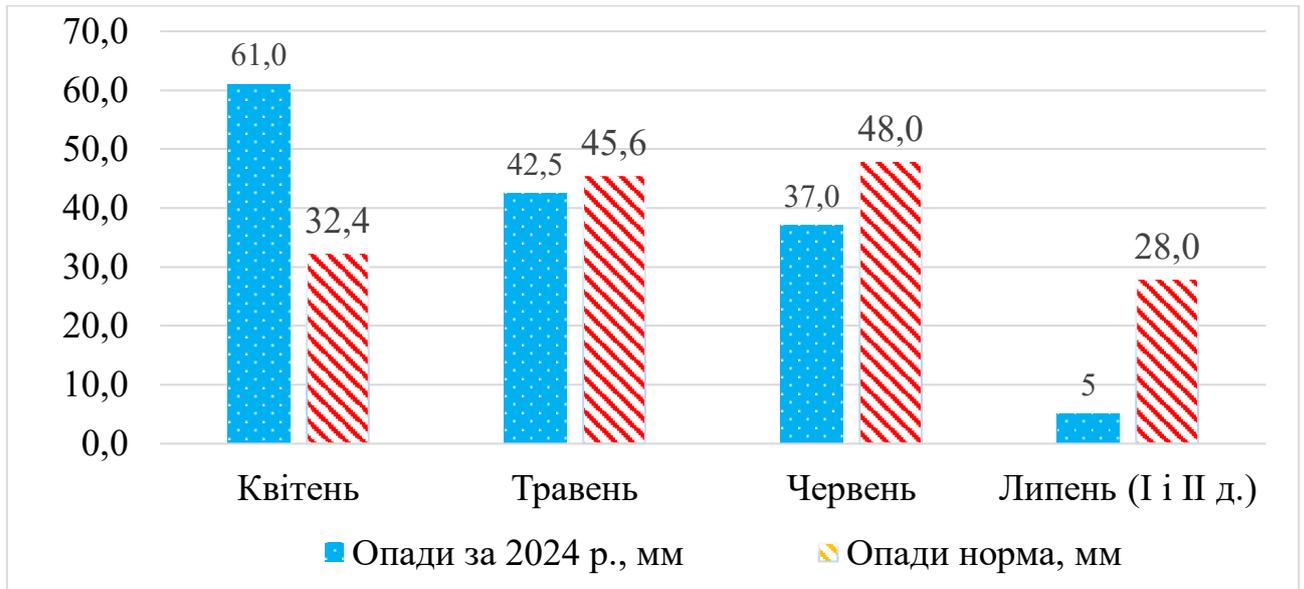


Рис. 2.4. Середня місячна кількість опадів у період вегетації льону олійного в 2024 році та норма [18, 19]

Завдяки таким продуктивним опадам запаси вологи в ґрунті значно поповнились, що разом із теплою погодою сприяло проходженню ростових процесів рослин. Опади, які проходили в окремі дні травня були різної інтенсивності та не сприяли накопиченню вологи в ґрунті, яка навпаки через використання рослинами та випаровування інтенсивно втрачалась і вже на кінець третьої декади травня, в метровому шарі ґрунту становила 93 мм за середньобагаторічними даними – 115 мм. Тобто, внаслідок теплої і дощової погоди на початку весняного періоду умови для росту і розвитку рослин льону олійного були сприятливими. Але вже на час цвітіння рослини використали 57,4 мм вологи з орного шару ґрунту і 48,9 % з метрового шару, яка містилась на початку весняної вегетації. Тому рослини льону олійного не змогли сформувати досить розвинену надземну масу. Різке підвищення температурного режиму починаючи з фази зеленої стиглості призводило до значної втрати листового апарату рослин, що істотно вплинуло на рівень врожаю.

Вегетаційний період 2025 року.

Агromетeорологічні умови вегетаційного періоду льону олійного дещо відрізнялись від середньобоготорічних значень. Так у квітні спостерігався недобір опадів, який склав 12,9 мм. У той час як у травні їх випало 72,8 мм, що на 27,2 мм (або на 37,4 %) більше кліматичної норми (45,6 мм) (рис. 2.5).

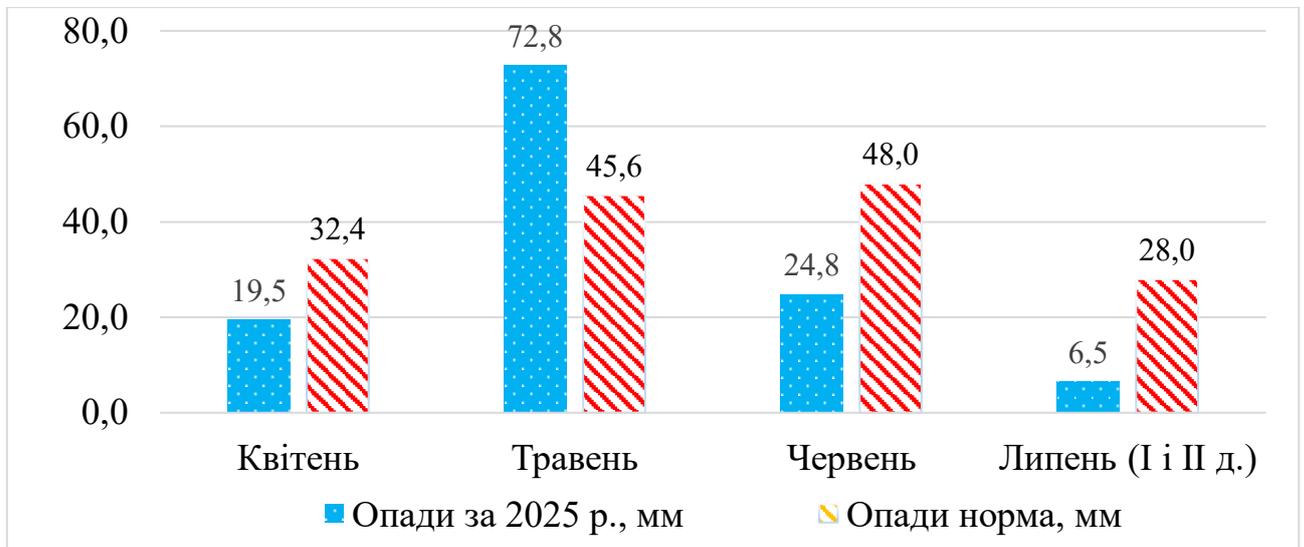


Рис. 2.5. Середня місячна кількість опадів у в період вегетації льону олійного в 2025 році та норма [18, 19]

Заморозки, що спостерігались на початку квітня, дещо затримали появу сходів льону олійного, але досить високий температурний режим в дені години сприяв отриманню середньо місячної температури повітря на 0,3 °C вищу за кліматичну норму (рис. 2.6).

Слід відмітити, що досить значна кількість ефективних опадів та помірний температурний режим (температура повітря у травні була нижчою на 2,5 °C за кліматичну норму) значно покращили умови росту та розвитку рослин льону олійного, формування коробочок і наливу насіння

У червні високий температурний режим (на 0,7 °C вище норми) за відсутності ефективних опадів у першій і третій декадах призвели до значних витрат вологи та листового апарату рослин, що негативно вплинуло на формування врожаю.

За дві декади липня температура повітря також була вищою на 1,9 °C за

норму, а опадів випало лише 23,2 % від середньобаготорічних значень, що прискорило дозрівання насіння льону олійного.

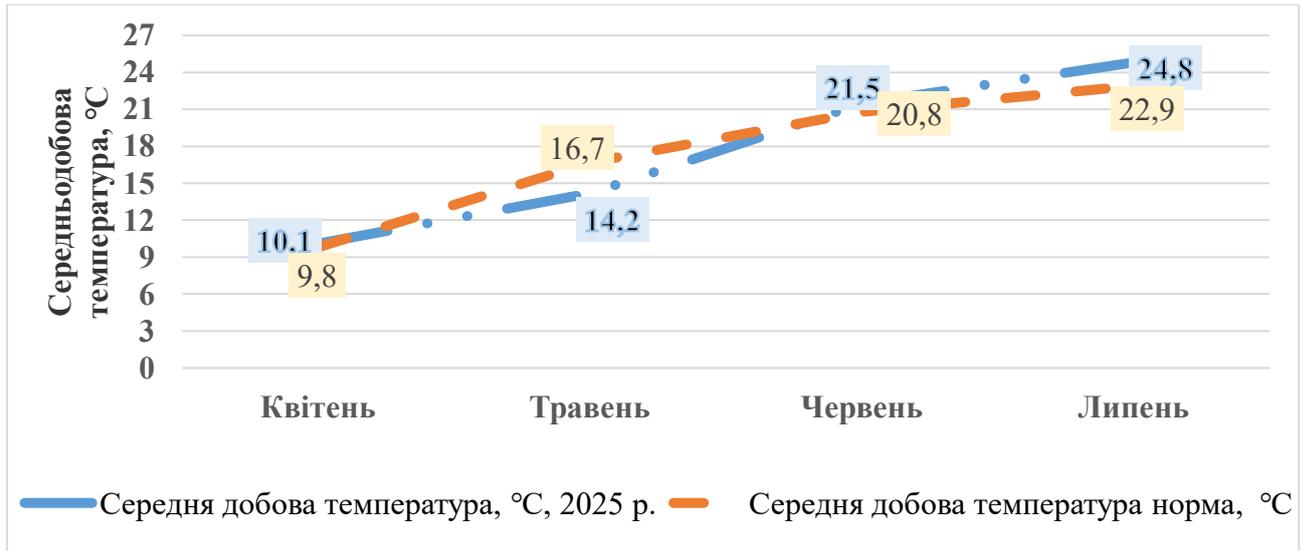


Рис. 2.6. Середня місячна температура повітря в період вегетації льону олійного в 2025 році та норма [18, 19]

Таким чином, температура повітря та кількість опадів відіграють ключову роль у вирощуванні льону олійного в Південному Степу України. Знання цих показників дає змогу аграріям ефективно планувати посівну кампанію, обирати найкращий догляд за посівами та здійснювати заходи для збереження родючості та вологості ґрунту

2.3 Методика досліджень

Полеві дослідження проводяться в сівозміні органічного землеробства Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН. Ґрунт дослідного поля чорнозем південний, малогумусний легкосуглинковий на лесовій породі з вмістом гумусу в орному шарі 3,12%.

Закладення досліду та його проведення здійснювалось за загальноприйнятими в землеробстві методиками і методичними вказівкам [20, 21] в органічній сівозміні з таким чергуванням культур горох – пшениця озима

м'яка – нут – пшениця озима тверда – льон – просо.

Досліджувались два сорти льону олійного Орфей і Живинка Інституту олійних культур НААН та різні штами бульбочкових й ендоефітних бактерій із колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України: *Bacillus* sp.4; Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ас-5025); Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* IMB Ас-5015+хітоза); Екофосфорин (*Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*), а також біологічні препарати Інженерно технологічного інституту «Біотехніка»: Біоспектр БТ (ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, БАР: кислоти із роду феназин-карбонових, комплекс активних пігментів, які є діючими факторами в препараті) і Метаризин БТ (конідії гриба із роду *Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема дослід з льоном олійним

№ з/п	Назва варіанта	Норма внесення, л/т	Фаза внесення		
			насіння	"ялинка" ВВСН-19	"бутонізація" ВВСН-60
1	2	3	4	5	6
1	Хімічні препарати на фоні N ₄₅	1,5 1,2 0,5+0,14	Супервін	Агростар	Аякс+ Борей
2	Сухе чисте насіння.	-	-	-	-
3	Контроль (обробка насіння водою)	10	-	-	-
4	Інокуляція насіння	1,0	<i>Bacillus</i> sp.4	-	-
5	Інокуляція насіння	1,0+0,05	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт	-	-
6	Інокуляція насіння	1,0+0,05+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	-	-
7	Варіант 6 (інокуляція насіння) + обробка рослин ВВСН-19	1,0+0,05+0,1 1,0	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4	-
8	Варіант 7 (інокуляція насіння + обробка рослин ВВСН-19)	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт	-
9	Варіант 8 (інокуляція насіння + обробка рослин ВВСН-19)	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4+ Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	-

Продовження таблиці 2,1

1	2	3	4	5	6
10	Варіант 9 (інокуляція насіння + обробка рослин ВВСН-19) + ВВСН-60	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1+0,1 1,0	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + АверкомН	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4
11	Варіант 10 (інокуляція насіння + обробка рослин ВВСН-19) + ВВСН-60	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1+0,1 1,0+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4+ Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4+ Фітовіт
12	Варіант 11 (інокуляція насіння + обробка рослин ВВСН-19) + ВВСН-60	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1+0,1 1,0+0,1+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н
13	Інокуляція насіння	1,0	Екофосфорин	-	-
14	Варіант 13 (інокуляція насіння) + обробка рослин ВВСН-19	1,0 1,0	Екофосфорин	Екофосфорин	-
15	Варіант 13 (інокуляція насіння) + обробка рослин ВВСН-19	1,0 1,0+3,0	Екофосфорин	Екофосфорин+ Біоспектр БТ	-
16	Варіант 13 (інокуляція насіння) + обробка рослин ВВСН-19 + ВВСН- 60	1,0 1,0+3,0 3,0+3,0	Екофосфорин	Екофосфорин + Біоспектр БТ	БіоспектрБТ +Метаризин БТ

За контроль брали варіант з обробкою водою. Варіанти з біологічною системою живлення та захисту рослин порівнювали з традиційною - хімічною: протруювач Супервін, к. с.(*тіабендазол*, 45 г/л + *флутриафол*, 30 г/л); гербіцид Агростар, р.к. (МЦПА у формі амінної солі, 500 г/л); фунгіцид Аякс, КС (*тиофанат-метил* 310 г/л + *епоксиконазол* 120 г/л + *тебуконазол* 70 г/л); інсектицид Борея, КС (*імідаклоприд* 150 г/л + *лямбда-цигалотрин* 50 г/л).

Повторність у дослідах триразова. Варіанти розташовували методом рендомізації. Посівна площа ділянок складала 30,0, облікових – 25,0 м².

Для проведення біометричних і фенологічних спостережень, аналізу елементів структури посівів та інших супутніх досліджень використовували методику Інституту зрошуваного землеробства [22].

Під час фенологічних спостережень визначали фази «сходів», «ялинки», «бутинізації», «цвітіння», «зелена стиглість» і «жовта стиглість». За початок

фази приймали наявність її не менш як у 15% рослин, за повну – у 75% рослин.

Біометричні показники посіву визначали в основні фази розвитку шляхом відбору зразків рослин з площадки 0,25 м² у 3 разовій повторності. Визначалася маса зразка, кількість рослин, висота рослин, площа листкової поверхні, процент сухої речовини. Площу листкової поверхні визначали визначалась оптичним методом за допомогою цифрової фотокамери [23].

Фотосинтетичний потенціал (ФП) посіву і чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) – за методикою А.А. Ничипоровича [24].

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом через кожні 10 см до глибини 1 м. Запаси продуктивної вологи, сумарне водоспоживання і середньодобове випаровування – методом водного балансу [22]. Коефіцієнт водоспоживання розраховували як витрати води на формування однієї тонни зерна.

Ґрунтові і рослинні зразки в динаміці аналізували в Одеській філії Державної установи "Інститут охорони ґрунтів України" (ДУ "Держґрунтохорона"). У зразках ґрунту визначали вміст нітратів (за Грандваль-Ляжем), рухомого фосфору (за Мачигінім), обмінного калію (на полуменевому фотометрі). У зерні визначали вміст олії та білку. На основі одержаних даних розраховували споживання елементів живлення в основні періоди вегетації льону олійного і загальний їх винос, а також витрати NPK на формування однієї тонни насіння.

Елементи структури врожаю визначали в снопових зразках, які відбирали в повну стиглість зерна на двох площадках 0,25 м² кожної ділянки у чотирьох повтореннях, у тому числі: масу снопа, кількість рослин, кількість коробочок, висота рослин, масу насіння із снопа й однієї коробочки.

Під час збирання врожаю відбір проб зерна для визначення його вологості, засміченості та якості робили згідно ДСТУ 4967:2008 [25], приводили до 100 % чистоти.

Одержаний врожай з кожної ділянки доводили до стандартної 12-відсоткової вологості, користуючись формулою (2.1):

$$X = \frac{Ax(100-B)}{100-12}, (2.1)$$

де X – врожай зерна при 12%-ній вологості т/га;

A – врожай зерна без поправки на вологість т/га;

B – вологість зерна на час збирання, %.

Визначення маси 1000 насінин. Дві наважки по 500 штук зважують з точністю до 0,01 г. Якщо при цьому різниця між масами взятих наважок перевищувала 3 %, відбирали і зважували третю наважку.

Середню масу 1000 насінин перераховували на масу вологостю 12 % за формулою (2.2):

$$M = m(100-v)/100-12 \quad (2.2)$$

де M – маса 1000 насінин за вологості 12 %, г;

m – маса 1000 насінин за фізичної вологості, г;

v – вологість насіння на час аналізу, %.

У відібраних зразках насіння льону олійного проводили визначення вмісту білка (за К'ельдалем, ДСТУ 13496.4-93), жиру шляхом екстрагування в апараті Сокслета (за С.В. Рушковським ДСТУ 13496, 15–97) в лабораторії одеської філії ДУ "Держґрунтохорона".

Моніторинг фітосанітарного стану посівів льону олійного проводився в основні фази росту та розвитку культури [26, 27].

Забур'яненість посівів льону олійного здійснювався кількісним методом на варіантах за номерами 1–6, 12, 13, 16 [28].

Визначено технічну ефективність біологічних препаратів у боротьбі зі шкідниками та грибними хворобами культур [29, 30]. Обприскування посівів проводили за допомогою ручного обприскувача Forte CL-16A.

Проведено оцінку ефективності пестицидів для традиційних систем – варіант 1 [31].

Досліджено дію біологічних препаратів на продуктивність та якість врожаю льону олійного [32].

Господарську ефективність оцінювали за біологічною врожайністю [33].

Облік урожаю на дослідних ділянках проводили обмолотом рослин з облікової площі шляхом прямого комбайнування комбайном “Сампо”–130 й приведення зерна до стандартної вологості та чистоти. Дані обліку врожайності піддавати статистичній обробці методом дисперсійного аналізу [34].

Проведено економічну ефективність застосування систем захисту на основі технологічної карти за цінами поточного періоду 2023 р .

Основні одержані результати досліджень оброблялися за допомогою методів дисперсійного і кореляційного аналізів [35].

2.4 Характеристика сортів льону олійного та досліджуваних біологічних препаратів



Сорт *Живинка* (*Zhyvynka*) Інституту олійних культур НААН внесений в державний реєстр в 2018 році. Урожайність насіння (за стандартної вологості 12 %) - 1,8-2,0 т/га. Середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду - 88 діб. Висота рослин 50-52 см. Квітка середньої величини, забарвлення пелюсток віночка блакитне, пиляки сині, насіння помірно коричневе. Маса 1000 насінин – 5,5-6,2 г. Вміст олії в насінні - 47 %. Стійкість до вилягання, осипання та посухи. Стійкість проти шкідників: льонова блішка - 8 балів. Сорт харчового призначення- характеризується зниженим вмістом ліноленової кислоти в олії (25,9 %) та підвищеним вмістом олеїнової (20,5 %) і лінодевої (43,6 %) кислот [36].

Сорт *Орфей* (*Orfei*) Інституту олійних культур НААН внесений в державний реєстр в 2002 році. Сорт створено мікрогаметичного добору з гібридної комбінації. Відрізняється високою стійкістю проти посухи, стійкій



проти вилягання. Урожайність - 2,17 т/га. Рослини заввишки до 60 см. Кущ компактний, стебло округле, слабогіллясте. Технічна довжина стебла - 43,5 см. Середньостиглий, тривалість вегетаційного періоду 84-88 днів. Квітка синя, велика. Число коробочок на рослині — близько 20 шт. Насіння яйцеподібне, коричневе, маса 1000 насінин 7,0 г. Вміст олії в насінні – 44, 8 %, збір олії з гектара — близько 980 кг, йодне число — 151. Сорт стійкий до вилягання, осипання. Рекомендовано для зони Степу [37].

Біологічні препарати:

Bacillus sp.4 – продуцент позаклітинної еластази, що зареєстрований в Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України під номером ІМВ В7883. Екстракт рослинних фізіологічно-активних речовин, що містять продукти метаболізму: ауксини, гібереліни, цитокініни, гіббереліни, ненасичені жирні кислоти, вітаміни (переважно групи В), амінокислоти, ферменти, ліпіди, філоксіни, пігменти та інші фізіологічні речовини, які в першу чергу стимулюють розвиток кореневої системи, а в наслідку забезпечують збалансоване харчування сільськогосподарських культур. Доза для обробки насіння складає 1,0 л/т [38].

Фітовіт (продуцент *Streptomyces netropsis* УКМ Ас-2186) – метаболічний комплексний препарат-індуктор системної стійкості рослин з біозахисним ефектом для протруювання насіння, обробки розсади і вегетуючих рослин, садивного матеріалу, створений на основі біологічно активних речовин, які проявляють високу антогоністичну активність проти фітопатогенних грибів і бактерій, а також діють як регулятори росту, імуномодулятори та адаптогени. Доза для обробки насіння складає 0,05 л/т [39].

Аверком^Н (продуцент *Streptomyces avermitilis* УКМ Ас-2179) – метаболічний комплексний біозахисний препарат (біоінсекто-акари-

нематоцид) контактно-системної дії з властивостями антистресанта та регулятора росту рослин для протруювання насіння. Аверком^Н, до складу якого для підсилення фітозахисної дії введено хітозан – біологічну речовину з елісаторними властивостями є єдиний полікомпонентний авермектинвмісний біопрепарат природного походження без хімічних модифікацій, що дозволяє уникнути появи резистентності у шкідників, застосовується для обробки насіння в дозі 0,1 л/т [40, 41].

Екофосфорин - комплексний біопрепарат з унікальним поєднанням азотфіксувальних, фосфатмобілізувальних, рістстимулювальних та імунопротекторних властивостей ґрунтових бактерій *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*. Доза для обробки насіння складає 1,0 л/т [42].

Біоспектр БТ – мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної дії, містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, біологічно-активні речовини (БАР): кислоти із роду феназин-карбонових, комплекс активних пігментів, які є діючими факторами в препараті [43].

Метаризин БТ – мікробіологічний препарат інсектицидної дії, містить токсичні метаболіти та конідії гриба із роду *Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³ [44].

Хімічні препарати використані в традиційній технології захисту:

Супервін, к. с. – протруювач фунгіцидний, діюча речовина: *тіабендазол*, 45 г/л + *флутриафол*, 30 г/л;

Агростар, р.к. – гербіцид, діюча речовина *МЦПА* у формі амінної солі, 500 г/л;

Аякс, КС – фунгіцид, діюча речовина: *тиофанат-метил* 310 г/л + *епоксиконазол* 120 г/л + *тебуконазол* 70 г/л;

Борей, КС – інсектицид, діюча речовина *імідаклоприд* 150 г/л + *лямбда-цигалотрин* 50 г/л.

2.5 Агротехніка в досліді

Агротехніка проведення дослідів була загальноприйнятою для органічного землеробства зони півдня України, за винятком досліджуваних факторів. Попередником була пшениця тверда озима. Після збирання попередника проводилось дискування ґрунту на глибину 8-10 см, а потім оранка на 22-25 см. Передпосівна підготовка ґрунту складалась з культивації на глибину 6–8 см. Перед сівбою насіння, а в період вегетації рослини обробляли мікробними препаратами згідно схеми досліді, що представлено в таблиці 2.1.

Сівбу в 2023 р. проводили 30 березня, а в 2024 і 2025 рр. – 04 і 01 квітня селекційною сівалкою точного висіву «Клен-1,5» звичайним рядковим способом з шириною міжряддя 15 см на глибину 3–5 см (рис. 1). Висівали насіння сортів Орфей і Живинка (харчового напрямлення) з нормою 5 млн шт./га. Посіви прикочували кільчасто-шпоровими котками.



Рис. 2.7. Сівба льону олійного селекційною сівалкою точного висіву «Клен-1,5»

Використовували різні штами бульбочкових й ендоефітних бактерій із

колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України та біологічні препарати Інженерно технологічного інституту «Біотехніка» НААН. Посіви обприскували за допомогою ручного обприскувача Forte CL-16A [45].

Відбір ґрунтових зразків для визначення вологості та вмісту NPK проводили ручним металевим пробовідбірником (буром) на 120 см (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Відбір ґрунтових зразків на визначення вологості та вмісту NPK

Стан посівів льону олійного на дослідних ділянках у фазі цвітіння та дозрівання представлено на рисунках 2.9 і 2.10.



Сорт Орфей



Сорт Живинка

Рис. 2.9. Стан льону олійного на дослідних ділянках у фазу цвітіння



Сорт Орфей



Сорт Живинка

Рис. 2.10. Стан льону олійного різних сортів на дослідних ділянках у фазу дозрівання.

Збирання насіння льону олійного за допомогою селекційного комбайна Samro-130 у 2023 р. проводили 25 липня, у 2024 р. – 22 липня і в 2025 р. – 16 липня (рис. 2 11).



а)



б)



в)

Рис. 2.11. Збирання льону олійного селекційним комбайном Samro-130:

а) 25 липня 2023 р.; 22 липня 2024 р.; 16 липня 2025 р.

Висновки до розділу 2

1. Грунтово-кліматичні умови південного Степу України в цілому відповідають біологічним вимогам льону олійного, але через дефіцит вологозабезпечення та велику кількість тепла врожайний потенціал культури може реалізуватись лише в роки з достатньою кількістю опадів.

2. Погодні умови в роки досліджень були з деякими відхиленнями за температурним режимом та різнилися за кількістю опадів. За період вегетації льону олійного (квітень-липень) у 2023 р. випало 157,3 мм, у 2024 р. – 145,5 мм і в 2025 р. – 123,7 мм за норми 154 мм.

3. У дослідях висіваються сучасні сорти льону олійного технічного та харчового напрямлення, що занесенні до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні: Орфей і Живинка та застосовуються біологічні препарати рістрегулюючої, живильної та захисної дії, згідно Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні.

За матеріалами розділу опубліковано одна наукова праця [45].

Список джерел літератури до розділу 2

1. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство: підручник. 2–ге вид., переробл. та допов. / за ред. В. П. Гудзя. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.

2. Польовий А. М., Гуцал А. І., Дронова О. О. Грунтознавство: підручник. Одеса, 2013. 668 с.

3. Гусєв М. Г., Сніговий В. С., Коковіхін С. В., Севідов О. Ф. Інтенсифікація польового кормовиробництва на зрошуваних землях Півдня України. Київ: Аграрна наука, 2007. 240 с.

4. Зінченко О. І., Салатенко В.Н., Білоножко М. А. Рослинництво : Підручник; за ред. О. І. Зінченка. К. : Аграрна освіта, 2001. 591 с.

5. Мазур Г.А. Почвенно-климатические условия и устойчивость земледелия Украины. Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения. К.: Урожай. 1993. С. 22–37.
6. Нетіс І. Т. Характер осені й весни та посіви озимої пшениці. Херсон: Айлант, 2004. 151 с.
7. Бойко М. Ф., Чорний С. Г. Екологія Херсонщини: Навчальний посібник. Херсон: 2001. 156 с.
8. Агрокліматичний довідник по Херсонській області: (1986–2005рр.) /М–во надзвичайних ситуацій України; Херсон. обл. центр з гідрометеорології/ за ред.: С. І. Мельничука, Т. І. Адаменко. Одеса: Астропринт, 2011. 208 с.
9. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Біла Церква: ТОВ "РІА" БЛІЦ, 2014. 18 с.
10. Барабаш М., Кульбіда М., Корж Т. Зміна глобально клімату і проблема опустелювання України *Наукові записки Тернопільського ДПІ*. Тернопіль, 2004. №2. С. 82–88.
11. Вожегова Р.А., Коваленко А.М. Зміни клімату в південному регіоні та напрями адаптації землеробства до них. Посібник українського хлібороба "Адаптивне землеробство": наук.-пр. щорічник. Київ: ТОВ "АКАДЕМПРЕС", 2013. Том 1. С. 189–190.
12. Вожегова Р. А. Адаптація систем землеробства на півдні України до змін клімату. *Аграрний Тиждень. Україна*. URL: <https://a7d.com.ua/plants/39730-adaptacya-sistem-zemlerobstva-na-pvdn-ukrayini-do-zmn-klmatu.html>
13. Заєць С. О., Нетіс В. І. Водоспоживання зернових культур і сої залежно від умов вологозабезпеченості. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник: Зрошуване землеробство*. Херсон: Айлант, 2013. Вип. 59. С. 30–34.
14. Вожегова Р.А., Нетіс І.Т., Онуфран Л.І., Сахацький Г.І., Шарата Н.Г. Зміна клімату та аридизація Південного Степу України. *Аграрні інновації*. Видавничий дім «Гельветика». 2021. 7. С. 16-

20. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.3>

15. Польовий А. М., Шаблій О. В., Божко Л. Ю. Закономірності формування режиму зволоження території степової зони України в умовах зміни клімату. *Фізична географія та геоморфологія*. 2017. Вип. 1(85) С.106-113. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/fiz_geo_2017_1_15

16. Коваленко А.М. Адаптація землеробства степової зони до підвищення посушливості клімату. Міжвід. тем. наук. зб. "Зрошуване землеробство". Херсон: Айлант, 2012. Вип. 58. С. 21–23.

17. Ресурсозберігаюча екологічно безпечна технологія вирощування озимих зернових культур, сої і кукурудзи на зрошуваних землях півдня України: науково–практичні рекомендації / підгот.: Р. А. Вожегова, С. О. Заєць, О. А. Коваленко та ін. Херсон: Грінь Д.С. 2015. 44 с.

18. Метеорологічні показники за 2022–2023 рр. URL: <https://meteoblue.com>

19. Середня багаторічна норма опадів та температури за місяцями з 2012 по 2021 рр. URL: [https:// superagronom.com](https://superagronom.com)

20. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство). Навчальний посібник. Херсон: ФОП Грінь Д.С. 2014. 445 с.

21. Основні програмні і методичні питання з вивчення сівозмін у стаціонарних дослідах / Шиліна Л. І. та ін. Київ : ВД ЕКМО, 2008. 32 с.

22. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях; за ред. Р.А. Вожегової. Науково-методичне видання. Херсон: Грінь Д.С. 2014. 286 с.

23. Singh, Ja., Kumar, A., Singh, L. (2021). Performance of the petiole mobile application on the leaf area estimation as varied with calibration height. *The Pharma Innovation Journal*. 10(4S). 337-341. DOI: 10.22271/tpi.2021.v10.i4Sf.6089

24. Дослідна справа в агрономії : у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи: за ред. А.О. Рожкова. Харків: Майдан. 2016. 316 с.

25. Насіння льону олійного для переробляння. Технічні умови. ДСТУ

4967:2008. Київ Держспоживстандарт України 2010. 12 с.

26. Трибель С.О. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів/ за ред. професора С.О.Трибеля. К.: Світ, 2001. 448 с.

27. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб [С. О. Трибель, М. В. Гетьман, О. О. Стригун, Г. М. Ковалишина, А. В. Андрюшенко]. За редакцією С.О. Трибеля. К.:Колобіг. 2010. 392 с.

28. Методика проведення польових дослідів по вивченню забур'яненості та ефективності засобів її контролювання в агрофітоценозах / Лебідь Є. М. Циков В. С., Матюха Л. П. та ін. : навч. посіб. Дніпропетровськ : Друкарський цех ІЗГ НААН, 2008. 11 с.

29. Бабаянц О. В., Бабаянц Л. Т. Основи селекції і методології оцінок стійкості пшениці до збудників хвороб. Одеса: СГІ–НЦНС: ВМВ. 2014. 401 с.

30. Верещагін Л. Н. Шкідники і хвороби зернових колосових культур. К.: Юнівест Маркетинг, 2001. 128 с.

31. Мринський І.М., Урсал В.В., Коковіхін С.В., Лавренко С.О. Морфологія, біологія шкідників зернових культур та заходи боротьби з ними в адаптивних технологіях вирощування: наукова монографія: за ред. І. М. Мринського. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 96 с.

32. Довідник із захисту рослин. За ред. Лісового М. П. К.: Урожай, 1999. 744 с.

33. Ушкаренко В.О. Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідів (зрошуване землеробство). Навчальний посібник. Херсон: ФОП Грінь Д.С. 2014. 445 с.

34. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант. 2013. 403 с.

35. Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С. П. та ін. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві і рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

36. Льон олійний. Авторське право. Інститут олійних культур НААН. 2017. URL: <http://imk.zp.ua/index.php/kataloh-sortiv-ta-hibrydiv/lon-oliinyi>
37. Чехов А. В., Лапа О. М., Міщенко Л. Ю., Полякова І. О. Льон олійний – біологія, сорти, технологія вирощування. К: Наукова думка, 2007. 55 с.
38. Штам *Bacillus* sp. - продуцент позаклітинної еластази, Патент на корисну модель. Заявка № U202003910 Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Спеціальна інформаційна система УКРНОІВІ. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1465150/>
39. Білявська Л.А., Козирицька В.Є., Коломієць Ю.В., Бабич А.Г., Іутинська Г.А. Фітозахисні та рістрегулюючі властивості метаболітних препаратів на основі ґрунтових стрептоміцетів: доповіді НАН України. 2015. №1. С. 131-137.
40. Аверком. Препарати для рослинництва.верком. URL: mv.org.ua/rozrobky/dlya-silskogo-gospodarstva/preparaty-dlya-roslynnytva/averkom/
41. Білявська Л.О., Іутинська Г.О., Титова Л.В. Мікробні препарати для збереження родючості ґрунтів і підвищення продуктивності рослинництва. Світогляд, 2022, №3 (101). С.18-20. ISSN 1819-7329. URL: <https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/svitogliad/svit-2023-18-3/svit-3-2023-macelyuh-05.pdf>
42. Високоєфективний комплексний бактеріальний препарат «Екофосфорин» Агропромисловий комплекс та декоративне садівництво. Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, URL: <https://files.nas.gov.ua/NASDevelopmentsBook/PDF/2019/0102.pdf>
43. Біоспектр БТ (аналог Гаупсину). Мікробіологічні препарати. ІТІ «Біотехніка». URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk/produktsiia/mikrobiolohichni-preparaty/biospektr-bt>
44. Метаризин БТ. Мікробіологічні препарати. ІТІ «Біотехніка». URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk/produktsiia/mikrobiolohichni-preparaty/biospektr-bt>

45. **Мельник М.А.,** Заєць С.О. Урожайність льону олійного залежно від агрокліматичних умов року та обробки насіння мікробними препаратами. *Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві*. XVI всеукраїнська науково-практична онлайн-конференція молодих вчених (25 жовтня 2023 року, м. Чернігів). Національна академія аграрних наук України, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва. Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2023. С. 109-111

РОЗДІЛ 3

ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ТА ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ

3.1 Моніторинг фітосанітарного стану посівів льону олійного залежно від сорту та мікробіологічних препаратів інсекто-фунгіцидної дії

Посіви льону олійного можуть уражати такі збудники, як антракноз (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley), фузаріоз (*Fusarium oxysporum f.sp. lini*) [1, 2], інші грибкові кореневі патогени, а також на різних етапах росту шкідники: льонова блішка (*Aphthona euphorbiae* Schr.), льоновий трипс (*Thrips linarius* Uzel.), льонова плодожерка (*Cochylis epilinaea* Dup.) та інші [3]. Генетична мінливість цих патогенів та слабка резистентність у деяких сортів призводять до високих втрат.

Використання мікробних препаратів (бактерій, актиноміцетів, антагоністичних грибів) та біологічних фунгіцидів/інсектицидів показує добрі перспективи. Наприклад, обробка насіння непатогенним ендofітним грибковим штамом може значно посилити імунітет рослин льону олійного, обробки *Trichoderma*-штамами – пригнітити розвиток фузаріозу, ендofітні непатогенні штами можуть індукувати захисні механізми [4, 5].

Також ефективність біозахисту значно залежить від сорту: деякі сорти мають вищу базову стійкість, що дозволяє біопрепаратам працювати краще, інші – слабшу, і тому потребують більшу кількість обробок або комбінацій.

У роки досліджень на посівах льону олійного не спостерігалось значного поширення збудників грибкових захворювань, лише упродовж всієї вегетації виявлено ураження листя антракнозом (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley). Це грибкова хвороба, яка впливає на розвиток рослин льону, може спричинити пожовтіння, плямистість та висихання листків, а також деформацію стебел та гілок. Хвороба особливо сильно розвивається у вологу теплу погоду. При

цьому рослини вилягають і майже повністю покриваються бурими антракнозними плямами.

Внаслідок вологої погоди у травні 2025 р. збудник антракнозу на листях льону олійного свого розвитку набув з фази цвітіння і становив на сортах Орфей і Живинка відповідно 3,3–9,5 та 3,0–8,6 %, а в 2024 р. – 2,3–7,5 та 1,5–4,2 % (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Інтенсивність ураження рослин льону олійного збудником антракноз (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley) залежно від мікробних препаратів захисту у фазу цвітіння

№ варіанту	Назва препарату, час застосування *	Ураження, %					
		Орфей			Живинка		
		2024 р.	2025 р.	середнє	2024 р.	2025 р.	середнє
1	Хімічний захист – Супервін (А); Агростар (В); Аякс+Борей (С)	2,3	3,3	2,8	1,5	3,0	2,3
2	Сухе насіння	7,4	9,4	8,4	4,2	8,5	6,4
3	Насіння оброблене водою – контроль	7,5	9,5	8,5	4,2	8,6	6,4
4	<i>Bacillus</i> sp.4 (А)	7,2	8,9	8,1	4,1	8,0	6,1
5	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт (А)	6,3	8,2	7,3	3,4	7,4	5,4
6	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+АверкомН (А)	5,9	7,3	6,6	3,3	6,6	5,0
9	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (А); <i>Bacillus</i> sp.4 +Фітовіт+АверкомН (В)	5,1	7,0	6,1	3,1	6,3	4,7
12	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт +АверкомН (А); <i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+Аверком ^Н (В); <i>Bacillus</i> sp.4 +Фітовіт+ АверкомН (С)	4,7	6,4	5,6	3,0	6,0	4,5
13	Екофосфорин (А)	7,1	6,3	6,7	4,1	5,8	5,0
14	Екофосфорин (А); Екофосфорин (В)	6,9	6,2	6,6	4,0	5,7	4,9
15	Екофосфорин (А); Екофосфорин +Біоспектр (В)	5,6	6,1	5,9	3,2	5,6	4,4
16	Екофосфорин (А); Екофосфорин+Біоспектр (В); Біоспектр+Метаризін (С)	4,6	6,0	5,3	2,9	5,5	4,2
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$		5,9±0,9	7,0±1,1	6,5±1,0	3,4±0,5	6,4±1,0	4,9±0,7
V. %		26,1	25,0	24,3	23,0	24,4	22,7

Примітка*: А – насіння; В – фаза ялинки; С – фаза бутонізації.

Найбільший прояв ураження рослин цим захворюванням у роки досліджень виявлено в контрольному варіанті (без застосування біологічних препаратів) і в середньому складало 8,4–8,5 % на сорті Орфей і 69,4 % на сорті Живинка.

Оброблення насіння одним мікробним препаратом *Bacillus* sp.4 не значно вплинуло на розвиток захворювання, а в поєднанні з біофунгіцидом Фітовіт ураження рослин зменшилось у сортах Орфей і Живинка в 2024 р. на 16,0 і 19 %, у 2025 р. – на 13,7 і 14 % та в середньому за два роки – на 14,1 і 15,6 %.

Використання мікробних препаратів фунгіцидної дії Фітовіт (тричі) та Біоспектр (двічі) знизило розвиток хвороби на сорті Орфей на 37,3 і 38,7 відсотка, на сорті Живинка – на 28,6 і 31,0 відсотка, а в 2025 р. – на 32,4 і 36,8 та 30,2 і 36,0 відсотка, відповідно.

У середньому за два роки досліджень за використання вказаних препаратів та їх кількості обробок ураження антракнозом зменшилось з 8,5 до 5,6 і 5,3 % на сорті Орфей та з 6,4 до 4,6 і 4,2 %.

Технічна ефективність біологічних фунгіцидів Фітовіту і Біоспектру проти антракнозу у 2024 р. склала 17,3–37,3 і 23,8–38,7 %, у 2025 р. – 13,7–36,8 і 32,6–37,2 % та в середньому за два роки – 15,5–37,1 і 29,0–37,8 %, відповідно (табл. 3.2).

Одноразове використання біофунгіцида Фітовіт (варіант 5) забезпечило найнижчу технічну ефективність, яка на сортах Орфей і Живинка становила 17,3 і 19,0 % у 2024 р., 13,7 і 14,0 % у 2025 р., тоді як одноразове Біоспектру (варіант 11) – 25,3 і 23,8 % та 32,6 і 34,3 %, відповідно.

Дворазове застосування Фітовіту (варіант 7) підвищило вказаний показник відповідно на сортах до 32,0 і 26,2 % у 2024 р. та 33,7 і 32,6 % у 2025 р. Кращі результати у боротьбі зі збудником захворювання антракноз були отримані при застосуванні комплексу мікробних препаратів на варіантах 8 (*Bacillus* sp.4+Фітовіт+Аверком^H) та 12 (Екофосфорин+Біоспектр+Метаризін), технічна ефективність яких у

середньому за два роки становила 37,1 і 37,8 % на сорті Орфей та 32,9 і 34,1 % на сорті Живинка.

Таблиця 3.2

Технічна ефективність мікробних препаратів захисту рослин льону олійного збудником антракноз (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley) у фазу цвітіння

№ варіанту	Назва препарату, час застосування *	Технічна ефективність, %					
		Орфей			Живинка		
		2024 р.	2025 р.	середнє	2024 р.	2025 р.	середнє
1	Хімічний захист – Супервін (А); Агростар (В); Аякс+Борей (С)	69,3	65,3	67,3	64,3	65,1	64,7
2	Сухе насіння	1,3	1,1	1,2	0	1,2	0,6
3	Насіння оброблене водою – контроль	-	-	-	-	-	-
4	<i>Bacillus</i> sp.4 (А)	4,0	6,3	5,2	2,4	7,0	4,7
5	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт (А)	17,3	13,7	15,5	19,0	14,0	16,5
6	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+ Аверком ^Н (А)	21,3	23,2	22,3	21,4	23,3	22,4
9	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (А); <i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+ Аверком ^Н (В)	32,0	33,7	32,9	26,2	32,6	29,4
12	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (А); <i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+ Аверком ^Н (В); <i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+ Аверком ^Н (С)	37,3	36,8	37,1	29,8	36,0	32,9
13	Екофосфорин (А)	5,3	6,3	5,8	9,5	5,8	7,7
14	Екофосфорин (А); Екофосфорин (В)	8,0	10,5	9,3	14,3	7,0	10,7
15	Екофосфорин (А); Екофосфорин +Біоспектр (В)	25,3	32,6	29,0	23,8	34,3	29,1
16	Екофосфорин (А); Екофосфорин+Біоспектр (В); Біоспектр+Метаризін (С)	38,7	36,8	37,8	31,0	37,2	34,1

Примітка*: А – насіння; В – фаза ялинки; С – фаза бутонізації.

За погодних умов 2025 року, як і в 2024 році, основними шкідниками на посівах льону олійного були клоп польовий (*Lygus pratensis* L), льоновий трипс (*Thrips linarius* Uzel.), льонова блішка (*Aphthona euphorbiae* Schr.) і льонова листовійка, або плодожерка льняна (*Cochylis epilina* Dup.), кількість

яких у контрольних варіантах (без обробки препаратами) відповідно становила 12,0–12,1 екз./м², 15,0–16,0, 6,0–8,0 і 4,0–6,1 екз./м², а в середньому за два роки досліджень – 8,5–9,3 екз./м², 18,0–19,1, 4,5–7,0 і 2,5–4,6 екз./м² (табл. 3.3).



Рис. 3.1. Клоп польовий
(*Lygus pratensis* L.)

Клоп польовий (*Lygus pratensis* L.) – шкідник з родини сліпняків (Miridae), поширений у Європі, Північній Африці, Азії та по всій Україні (рис. 3.1). Він завдає шкоди різним трав'янистим, овочевим та ягідним культурам, висмоктуючи сік з молодих листків і бутонів, що призводить до їх скручування, висихання та можливого розвитку грибкових захворювань. Довжина тіла дорослих особин (імаго) становить 5,8–7,3 мм. Забарвлення дуже різноманітне, може змінюватися протягом сезону з жовто-зеленого на серо-зелене, коричневувате або червонувате. Самці, як правило, мають більш червонуватий відтінок, а самки – зелений або коричневий.



Рис. 3.2. Льоновий трипс
(*Thrips linarius* Uzel.)

Льоновий трипс (*Thrips linarius* Uzel.) – шкідник льону, який завдає шкоди в Україні та інших країнах Європи, вражаючи як олійний, так і волокнистий льон (рис. 3,2). Дорослі комахи та їхні личинки живляться клітинним соком, що призводить до деформації рослин пожовтіння листя, втрати тургору, відмирання точок росту, посиленого гілкування, скидання бутонів та зниження якості волокна та насіння. Шкідник зимує в ґрунті, а його активність зростає за сухої та жаркої погоди. Самки досягають 1 мм завдовжки, мають темно-сіре або чорно-буре забарвлення. Самець менший і світліший, а личинки – жовті.



Рис. 3.3. Льонова блішка
(*Aphthona euphorbiae* Schr.)

Ліостепу (рис. 3.3). Стрибаючий жук довжиною 1,8–2,2 мм. Жук зверху темно-зелений, рідше синій з бронзовим відтінком, знизу – чорний, завдовжки 1,5–2 мм, ноги жовті. Личинки молочно-білі, видовжено-циліндричні, завдовжки 4–5 мм. Жуки навесні пошкоджують сім'ядольні й молоді справжні листки, вигризаючи в них виразки, також обгризають підсім'ядольне коліно, а пізніше – шкірку на стеблах достигаючих рослин, що призводить до погіршення якості волокна. Личинки живляться корінцями.



Рис. 3.4. Льонова листовійка
(*Cochylis epiliana* Dup.)

Льонова листовійка (*Cochylis epiliana* Dup.) – шкідник, який пошкоджує льон, живлячись його насінням і спричиняючи значні збитки (рис. 3.4). Розвивається у двох поколіннях за рік, а гусениці, що зимують у ґрунті, заляльковуються навесні, після чого виходять метелики, які відкладають яйця на листя льону. Гусінь знищує зав'язі та пошкоджує коробочки, живлячись насінням, що призводить до зниження врожайності.

Застосування біологічного препарату інсектицидної дії Аверком^H на льону олійному в середньому за роки досліджень знизило їх чисельність на сортах Орфей і Живинка відповідно до 5,6–7,6 екз./м², 12,8–14,5, 3,5–5,4 і 1,9–3,9 екз./м², Використання Біоспектр БТ і Метаризин БТ призводило до аналогічного зниження чисельності шкідників – до 6,0–7,0 екз./м², 12,5–15,1, 3,2–5,8 і 1,9–3,8 екз./м².

За умов хімічного захисту чисельність шкідників зменшилась до 0,1–1,5

екземплярів на одному метрі квадратному.

Таблиця 3.3

**Чисельність шкідників на 10 добу після інсектицидного захисту
рослин льону олійного сорту, екз/м² (середнє за 2024–2025 рр.)**

№ варіанту	Назва препарату, час застосування*	Клоп польовий		Льоновий трипс		Льонова блішка		Льонова листовійка	
		1**	2**	1**	2**	1**	2**	1**	2**
1	Хімічний захист – Супервін (А); Агростар (В); Аякс+Борей (С)	0,8	1,5	0,9	1,5	0,2	0,2	0,1	0,4
2	Сухе насіння	9,3	8,5	18,0	19,1	7,0	4,5	2,5	4,6
3	Насіння оброблене водою – контроль	9,2	8,5	18,1	19,1	7,0	4,5	2,5	4,5
4	<i>Bacillus</i> sp.4 (А)	8,8	7,8	15,3	15,3	5,9	4,3	2,3	4,3
5	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт (А)	8,6	7,1	14,6	15,1	5,6	4,2	2,2	4,2
6	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+ Аверком ^Н (А)	7,6	6,7	13,8	14,5	5,4	4,0	2,1	3,9
9	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (А); <i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+ Аверком ^Н (В)	7,2	5,8	13,1	13,8	5,2	3,8	1,9	3,6
12	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (А); <i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+ Аверком ^Н (В); <i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+ Аверком ^Н (С)	6,8	5,6	12,8	13,0	4,8	3,5	1,9	3,4
13	Екофосфорин (А)	8,5	7,5	15,1	15,0	5,8	3,9	2,3	4,3
14	Екофосфорин (А); Екофосфорин (В)	8,4	7,4	14,8	14,9	5,7	3,8	2,3	3,8
15	Екофосфорин (А); Екофосфорин + Біоспектр (В)	7,0	6,3	13,4	14,0	5,1	3,5	2,0	3,6
16	Екофосфорин (А); Екофосфорин+Біоспектр (В); Біоспектр+Метаризін (С)	6,0	6,0	12,7	12,5	4,9	3,2	1,9	3,2
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	7,4± 1,4	6,6± 1,2	13,6± 2,7	14,0± 2,7	5,2± 1,0	3,6± 0,7	2,0± 0,4	3,6± 0,7
	V, %	31,4	28,5	32,3	31,7	33,2	31,8	31,8	30,6

• Примітка*: А– насіння; В – фаза ялинки; С – фаза бутонізації.

** – 1 – сорт Орфей; 2 – сорт Живинка

Технічна ефективність біологічних препаратів інсектицидної дії в органічних системах захисту проти фітофагів льону олійного на сорті Орфей варіювала від 18,6 до 39,1 %, а на сорті Живинка – від 13,2 до 38,8 % і залежала від виду шкідника та комбінацій препаратів (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Технічна ефективність препаратів після інсектицидного захисту
рослин льону олійного, % (середнє за 2024–2025 рр.) [6]**

№ варіанту	Назва препарату, час застосування*	Клоп польовий		Льоновий трипс		Льонова блішка		Льонова листовійка	
		1**	2**	1**	2**	1**	2**	1**	2**
1	Хімічний захист – Супервін (А); Агростар (В); Ааякс+Борей (С)	91,9	81,7	94,9	92,3	98,2	98,4	97,5	95,85
2	Сухе насіння	-1,2	0,0	0,1	-0,1	0,3	-0,4	-0,3	-0,9
3	Насіння оброблене водою – контроль	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	<i>Bacillus</i> sp.4 (А)	4,5	12,1	14,3	17,0	26,1	6,2	21,3	7,5
5	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт (А)	6,9	23,4	17,7	18,2	32,5	8,3	32,5	9,7
6	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+ Аверком ^Н (А)	18,6	28,3	22,4	21,5	36,5	13,2	36,3	15,9
9	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (А); <i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (В)	23,5	36,5	26,6	25,9	28,6	16,7	29,8	20,8
12	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (А); <i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (В); <i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н (С)	28,7	38,8	28,6	30,3	34,3	25,0	32,7	26,9
13	Екофосфорин (А)	8,5	14,2	15,4	18,7	19,2	12,2	11,8	6,7
14	Екофосфорин (А); Екофосфорин (В)	10,1	16,0	17,1	19,4	20,4	15,0	12,5	15,0
15	Екофосфорин (А); Екофосфорин + Біоспектр (В)	24,7	33,4	25,2	24,2	29,0	22,5	28,8	20,9
16	Екофосфорин (А); Екофосфорин + Біоспектр (В); Біоспектр + Метаризін (С)	39,1	34,3	28,9	33,4	31,9	30,8	32,5	30,0

Примітка*: А – насіння; В – фаза ялинки; С – фаза бутонізації.

** – 1 – сорт Орфей; 2 – сорт Живинка

Найбільшу технічну ефективність проти шкідників на сорті Орфей 28,9–39,1 % та на сорті Живинка –30,0–34,3 % забезпечили двічі Біоспектр БТ з Метаризином БТ. Також близьку ефективність отримано за використання мікробних препаратів інсектицидної дії Аверком^H (тричі), яка проти шкідників льону олійного на сорті Орфей становила 28,6–34,3 %, а на сорті Живинка – 25,0–38,8 %. Зменшення кількості обробок посівів біопрепаратами знижувало технічну ефективність.

Різниця в технічній ефективності між хімічними та кращими біологічними препаратами на сорті Орфей складала 70,9–76,7 %, а на сорті Живинка – 55,8–80,0 %.

Результати досліджень свідчать, що застосування біологічних препаратів частково пригнічувало розвиток хвороб і шкідників. Водночас, через вузький спектр дії, зазначені препарати не впливали на поширення бур'янової рослинності, хоча й дещо уповільнювали її ріст.

Виявлено, що у всі роки досліджень в посівах льону олійного основними засмічуючими видами дводольних бур'янів були амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), в'юнок польовий (*Convolvulus arvensis* L.) і кучерявець Софії (*Descurainia Sophia* L), а серед злакових – плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L). Якщо амброзії полинолистої в посівах сортів Орфей і Живинка нараховувалось 162–167 і 177–178 шт./м², в'юнка польового – 8–10 і 9–10 шт./м² та плоскухи звичайної – 14–16 і 15–16 шт./м², що перевищувало ЕПШ, але розвиток у них був незначним і вага сирих рослин залежно за біологічної системи захисту становила від 83,6–85,7 і 81,1–77,2, 2,2–2,5 і 1,9–2,1 та 13,9–16,3 і 13,9–20,3 г/м², а на контролі – 83,7 і 86,7, 2,5 і 2,2 та 20,3 і 20,4 г/м² (табл. 3,5).

Загалом кількість дводольних бур'янів на варіантах з мікробіологічними препаратами становила 171–176 шт./м² у сорту Орфей і 187–189 шт./м² у сорту Живинка з вагою надземної маси 99,3–103,4 і 93,1–106,6 г/м², а на контролі відповідно на 3–8 і 1–3 шт./м² та 2,6–6,7 і 2,5–16,0 г/м² більше. Тобто, кількість бур'янів на вказаних варіантах висока, але вони мали слабкий

розвиток і незначну масу.

Таблиця 3,5

**Ступінь забур'яненості посівів льону олійного різних сортів у кінці
вегетації (середнє за 2023–2025 рр.)**

Варіант*	Плоскуха звичайна (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)		Дводольні бур'яни							
			Амброзія попинолиста (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)		В'юнок польовий (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)		Кучерявець Софії (<i>Descurainia Sophia</i> L..)		разом дводольних	
	кіль- кість, шт/м ²	вага, г	кіль- кість, шт/м ²	вага, г	кіль- кість, шт/м ²	вага, г	кіль- кість, шт/м ²	вага, г	кіль- кість, шт/м ²	вага, г
Сорт Орфей										
1	9	0,9	150	41,0	3	0,8	3	1,0	155	42,8
3	16	2,5	167	83,7	10	20,3	2	2,0	179	106,0
4	15	2,3	165	85,1	9	16,3	2	2,0	176	103,4
5	15	2,3	165	83,7	9	14,8	2	2,0	176	100,5
6	15	2,5	164	84,2	9	13,9	2	2,0	174	100,1
12	14	2,4	162	83,6	8	14,7	1	1,0	171	99,3
13	15	2,5	166	84,9	8	15,7	2	2,0	176	102,5
16	14	2,2	164	85,2	8	13,4	2	2,0	175	100,6
Сорт Живинка										
1	11	1,0	151	35,2	3	0,9	3	1,0	157	37,1
3	16	2,2	178	86,7	10	20,4	2	2,0	190	109,1
4	15	2,1	177	82,9	10	20,3	2	2,0	189	105,3
5	15	2,1	177	85,4	10	19,2	2	2,0	189	106,6
6	15	2,1	177	85,2	10	19,4	2	2,0	189	106,6
12	15	1,9	177	81,1	9	15,5	1	1,0	187	97,7
13	15	2,1	177	83,1	10	20,0	2	2,0	189	105,1
16	15	2,0	177	77,2	9	13,9	2	2,0	188	93,1
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	14,4± 0,9	2,1± 0,2	168± 5	78,0± 8,2	8,4± 1,2	15,0± 3,2	2,0± 0,3	1,8± 0,2	179± 6	94,7± 11,3
V, %	12,7	22,9	5,5	20,21	26,7	40,6	25,8	25,6	6,22	23,0

Примітка*: 1 – протруювач Супервін (1,5 л/т)+N₄₅+хімзахист; 3 – обробки насіння водою (контроль); 4 – обробка насіння препаратом *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т); 5 – обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т); 6 – обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т); 12 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); 13 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т); 16 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га).

На варіантах, де застосовували хімічний гербіцид посіви льону олійного були менш забур'янені та пригніченими. Так, на вказаному варіанті дводольних бур'янів на сортах Орфей і Живинка нараховувалось 155 і 157 шт./м² з біомасою 42,8 і 37,1 г/м², що на 24 і 33 шт./м² та 63,2 і 72,0 г/м² менше, ніж на контрольних варіантах.

Слід відзначити, що в умовах 2025 року не спостерігалось розвитку злакового бур'яна (плоскухи звичайної), лише поодинокі екземпляри. Найбільша кількість бур'янів була у 2023 році, а найменша – у 2025 році. Проте, в останньому році за найменшої кількості бур'янів спостерігався їх кращий розвиток.

Забур'яненість посівів сорту Живинка не значно, але перевищувала сорт Орфей за кількістю дводольних бур'янів.

3.2 Вплив обробки насіння мікробними препаратами на тривалість вегетаційного періоду, польову схожість і густоту стояння рослин льону олійного

Упродовж своєї вегетації льон олійний проходить такі основні фази розвитку: сходи, «ялинка», бутонізація, цвітіння і дозрівання [7]. Виявлено, що тривалість вегетаційного періоду, насамперед, залежить від біологічних особливостей сорту та агрометеорологічних умов зони вирощування. За даними Махової Т.В. різниця в тривалості вегетаційного періоду між сортами льону олійного Південна ніч і Ківіка у середньому за роки досліджень складала 2–3 доби, а вегетаційний період становив 93–95 діб [8]. У вологі роки тривалість фаз розвитку збільшується, а в посушливі – скорочується [9, 10].

Ряд авторів вказують на підвищення польової схожості насіння за використання комплексних мікродобрив, рістрегуляторів, бактеріальних і біологічних препаратів. Застосування комплексних мікродобрив та рістрегуляторів за органічної технології вирощування льону олійного сорту Водограй зумовило збільшення тривалості фаз ялинки й бутонізації на 1–4 дні

[11].

Gamayunova V. V. та ін. вказують, що використання бактеріальних препаратів призводить до подовження вегетаційного періоду: Фітоцид на 2 доби, Азотофіт на 4 доби, а Біокомплекс-БТУ-р та Органік баланс додали до періоду 5 діб [12].

За даними Шувар А, і Сало Я. передпосівне оброблення насіння льону олійного сорту Водограй стимуляторів росту Вітазим, Спектрум Аскостарт призвело до збільшення польової схожості насіння на 4,2–5,2 % [13]. Також позитивний вплив на польову схожість льону-довгунця (на фоні без добрив) отримано за комплексного застосування біопрепаратів – 63,9 %, що порівняно до контролю приріст склав 5 % [14].

Наші дослідження свідчать, що за роками погодні умови по різному впливали на проходження міжфазних періодів льону олійного та тривалість вегетаційного періоду, Встановлено, що в умовах 2023 р. тривалість вегетаційного періоду льону олійного сортів Орфей і Живинка складала 94 і 95 діб, у 2024 р. – 98 і 99 діб і в 2025 р. – 91 і 92 доби, а в середньому за три роки досліджень – відповідно 94 і 95 діб та не залежала від оброблення насіння мікробними препаратами (табл. 3.6).

Якщо за посушливих умов березня 2023 р. сходи на обох сортах з'явилися одночасно лише на 16 добу після опадів першої половини квітня, а настання фази «ялинки» відбулося на 18 добу після сходів, тоді як за достатнього забезпечення вологою посівного шару ґрунту дружні сходи в 2024 р. отримано на 5 добу, фаза «ялинки» – на 13 добу. У 2025 р. через заморозки на початку квітня сходи з'явилися на 15 добу, а фаза «ялинки» також на 15 добу після сходів.

Через прохолодну погоду травня в 2024 і 2025 рр. міжфазний період «ялінка–бутонізація» тривав 27–28 та 24 доби., що відповідно на 5 і 1–2 доби довше, ніж у 2023 р. Слід відмітити, що як у 2023 р., так і в 2024 р. дещо раніше розпочали фазу «бутонізації» рослини сорту Орфей, що привело до скорочення вегетаційного періоду на 1 добу порівняно із сортом Живинка.

**Тривалість міжфазних періодів сортів льону олійного в сівозміні
органічного землеробства [15, 16]**

Сорт	Міжфазні періоди розвитку, діб					Тривалість періоду сходи– дозрівання, діб	Тривалість періоду сівба– дозрівання, діб
	сівба– сходи	сходи– ялинка	ялинка– бутонізація	бутонізація– цвітіння	цвітіння– дозрівання		
2023 р.							
Орфей	16	18	22	11	43	94	110
Живинка	16	18	23	11	43	95	111
2024 р.							
Орфей	5	13	27	12	45	98	103
Живинка	5	13	28	13	45	99	104
2025 р.							
Орфей	15	15	24	10	42	91	106
Живинка	15	15	24	11	42	92	107
середнє за 2023–2025 рр.							
Орфей	12	15	24	11	43	94	106
Живинка	12	15	25	12	43	95	107

Тривалість міжфазних періодів «бутонізація–цвітіння» та «цвітіння–дозрівання» в обох сортів була близькою та складала в 2023 р. 11 і 43 доби, в 2024 р. – 12–13 і 45 діб, в 2025 р. – 10–11 і 42 доби, а в середньому за три роки – 11–12 і 43 доби відповідно. Незалежно від умов року і сортових особливостей, найбільш тривалими впродовж вегетації льону олійного були міжфазні періоди «ялинка – бутонізація» та «цвітіння – дозрівання», які в середньому за роки досліджень склали 24–25 і 43 доби. Частка їх в загальній вегетації культури становила 27,1–27,4 і 45,8–46,3 %, відповідно.

Тривалість періоду «сівба–дозрівання» у 2023 році за відсутності опадів у період «сівба–сходи» складала 110–111 діб, тоді як у сприятливих умовах 2024 р. – 103–104 доби, а за заморозків на початку квітня 2025 р. – 106–107 діб.

У середньому за три роки досліджень вказаний період для сорту Орфей становив 106 діб, а для Живинки – 107 діб, або на одну добу довше.

Результати досліджень свідчать, що на польову схожість та густоту рослин льону олійного впливали як погодні умови року, так і сортові особливості та оброблення насіння мікробними препаратами. Так, внаслідок посушливих умов та тривалого періоду появи сходів у 2023 р. польова схожість насіння у сорту Орфей залежно від оброблення насіння препаратами складала 73,8–84,6 %, а в сорту Живинка – 65,3–72,9 %, що достовірно на 8,5–11,7 % менша (Додаток Г).

Однією з причин зменшення польової схожості в 2023 р. був подовжений період «сівба–сходи», коли сходи з'явилися на 16 добу. За таких умов найвищий відсоток схожих насінин відмічали у сорту Орфей, який значно варіював залежно від досліджуваних факторів [17].

За достатньою забезпеченістю вологою посівного шару ґрунту в 2024 р. сходи з'явилися своєчасно, тому польова схожість насіння льону олійного обох сортів була практичного одного рівня – в сортах Орфей і Живинка вона відповідно становила 88,5–91,6 і 88,0–92,7 %, а відхилення $\pm 0,2$ – $1,4$ % є математично не доведеним (HP_{05} для фактору А (сорт) для часткових відмінностей дорівнює 2,7 %) [18].

У 2025 р. польова схожість насіння сортів Орфей і Живинка становила 86,9–91,0 і 89,4–91,7 %. Лише на сорті Орфей оброблення насіння комплексом препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т), Фітовіт (0,05 л/т) і Аверком^H (0,1 л/т) сприяло достовірному підвищенню схожості на 3,3 %, тоді як відхилення $\pm 0,4$ – $2,7$ % отримане за інших препаратів та їх комбінацій на цьому сорті й іншому було в межах помилки досліду (HP_{05} для фактору А (сорт) для часткових відмінностей дорівнює 3,0 %).

У середньому за роки досліджень польова схожість насіння льону олійного сорту Орфей знаходилась в межах 83,4–89,0 %, а сорту Живинка – 81,8–85,6 %, або на 1,7–3,8 % менше, що не є математично доведеним (HP_{05} для фактору А (сорт) для часткових відмінностей дорівнює 3,8 %) (табл. 3,7).

**Польова схожість та густина рослин у період сходів залежно від
сорту та оброблення насіння мікробними препаратами
(середнє за 2023–2025 рр.)**

№ варіанту	Назва та норма препаратів (фактор В)	Польова схожість, %	Густина рослин, шт./м ²	
Орфей (фактор А)				
1	Протруювання насіння Супервін (1,5 л/т)	85,2	432	
2	Без оброблення насіння	83,4	423	
3	Оброблення насіння водою	83,7	424	
4	Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	87,5	444	
5	Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т)	88,1	446	
6	Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т)	89,0	451	
7	Оброблення насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	87,7	444	
Живинка (фактор А)				
1	Протруювання насіння Супервін (1,5 л/т)	83,0	421	
2	Без оброблення насіння	81,3	413	
3	Оброблення насіння водою	82,0	416	
4	Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	84,6	429	
5	Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т)	85,2	432	
6	Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т)	85,6	434	
7	Оброблення насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	83,9	425	
НІР ₀₅ часткових відмінностей		Фактор А	3,8	6
		Фактор В	3,6	6
НІР ₀₅ середніх (головних) ефектів		Фактор А	1,4	2
		Фактор В	2,7	5

Порівняно зі сортом Орфей також відмічено зменшення густоти рослин

у сорту Живинка в 2023 р. на 39–66 шт./м². Але в умовах 2024 р. різниці вказаного показника між сортами не спостерігалось, що пов'язано з достатніми запасами вологи в ґрунті на момент сівби льону олійного та отриманням дружніх сходів на п'яту добу. У 2025 р. достовірну перевагу сорту Орфей в густоті рослин виявлено лише на варіантах за традиційної технології та обробки насіння водою. За обробки насіння мікробіологічними препаратами різниці у величині густоти рослин між сортами не встановлено.

Виявлено, що в умовах 2023 р. обидва сорти найменшу польову схожість 73,8 і 65,3 % та густоту рослин 369 і 327 шт./м² сформували на варіанті, де висівалось сухе насіння без оброблення водою чи мікробними препаратами. Обприскування насіння водою підвищило польову схожість на 0,6 і 1,4 %, а густоту сходів до 3 і 6 шт./м² відповідно, але такі значення знаходились в межах помилки досліду. Не спостерігалось достовірної різниці між вказаними показниками та варіантами як в 2024 р., так і в 2025 р. та в середньому за роки досліджень. Це вказує на те, що оброблення насіння водою, порівняно без неї, не сприяла підвищенню польової схожості та густоти рослин.

Зате проведення передпосівного оброблення насіння льону олійного мікробіологічними препаратами позитивно впливало на польову схожість та густоту рослин. Так, за оброблення насіння одним мікроорганізмом *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) вказані показники на сортах в 2023, 2024 і 2025 рр. підвищились відповідно на 6,0–8,9, 2,9–4,1 і 0,4–2,6 відносних відсотків, використання *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) разом із Фітовітом (*S. netropsis* IMB Ас-5025) (0,05 л/т) – на 7,6–11,3, 2,2–4,8 і 0,6–3,1 %, а комплексне застосування *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т), Фітовітом (*S. netropsis* IMB Ас-5025) (0,05 л/т) і Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* IMB Ас-5015+хітоза) (0,1 л/т) – на 9,3–13,7, 2,6–4,4 і 0,8–3,7 %, відповідно.

У 2023 і 2024 рр. підвищення польової схожості на 11,3 і 2,6 % отримано за оброблення насіння сорту Орфей мікробним препаратом Екофосфорином (1,0 л/т), а на сорті Живинка – на 4,3 і 4,5 %. У 2025 р. за використання цього препарату польова схожість зростала на 1,5 відносних відсотків лише на сорті

Орфей. У середньому за роки досліджень використання Екофосфору сприяло зростанню польової схожості насіння на 4,0 % у сорта Орфей і на 1,9 % у сорта Живинка.

Максимальну польову схожість та густоту стояння рослин в середньому за три роки досліджень 89,0 і 85,6 % та 451 і 434 шт./м² сорти льону олійного Орфей і Живинка забезпечили за обробки насіння баковою сумішшю мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) (0,05 л/т) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза) (0,1 л/т).

Щодо протруювання насіння Супервіном (1,5 л/т) то польова схожість та густота рослин на обох сортів були вищими за варіант оброблення насіння лише водою, але нижчими за оброблення мікробіологічними препаратами.

Аналіз поліноміальної лінії тренду залежності урожайності льону олійного від рівня польової схожості за умов різної інокуляції насіння свідчить, що застосування мікробіологічних препаратів суттєво впливало на формування врожайності (рис. 3.5).

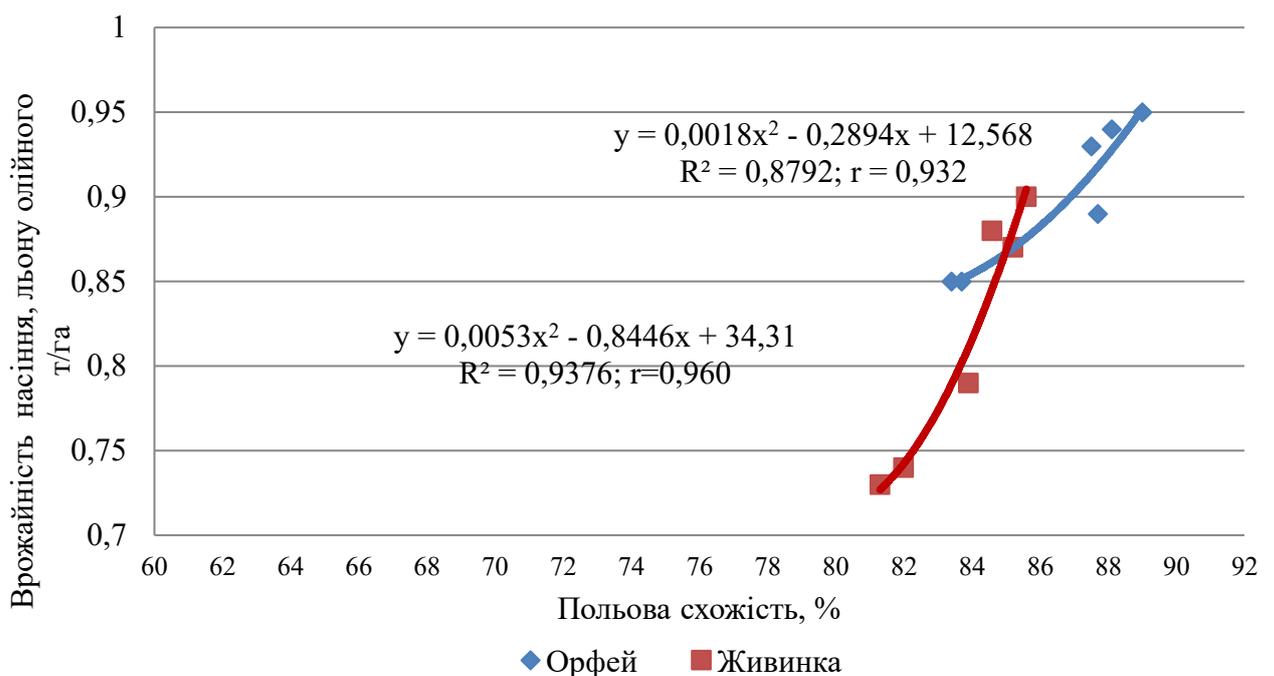


Рис. 3.1 Поліноміальна лінія тренду залежності врожайності насіння сортів льону олійного від польової схожості, середнє за 2023–2025 рр.

Встановлено високий рівень позитивної кореляції між польовою схожістю та урожайністю: на сорті Орфей коефіцієнт кореляції становив $r = 0,932$, а на сорті Живинка — $r = 0,960$.

3.3 Вплив мікробіологічних препаратів на динаміку висоти рослин сортів льону олійного

Вплив обробки насіння та обприскування посівів мікробіологічними препаратами на висоту рослин різних сортів льону олійного має важливе значення для дослідження їх ефективності. Як відмічають ряд вчених, що використання в екологічно безпечних технологій новітніх комплексних бактеріальних препаратів забезпечують поліфункціональний стимулювальний вплив на ріст і розвиток рослин [19, 20].

Погодні умови у роки досліджень були досить контрастними – у 2023 і 2024 рр. на початку вегетації льону олійного вологими, а в подальшому посушливими, але 2023 р. загалом був посушливіший. Погодні умови в 2025 р. відрізнялись тим, що на початку вегетації спостерігались заморозки при відсутності опадів, а в травні вологими та меншої за норму середньомісячної температури повітря. Тому відмінності в температурному режимі та випаданні опадів в окремі місяці вегетаційного періоду 2023 року призвели до зниження загальної висоти рослин на сортах Орфей і Живинка, яка під час збирання врожаю становила 50,9 і 48,9 см [21], тоді як в умовах 2024 і 2025 рр. рослини були більш рослими – 54,8 і 52,6 см та 54,6 і 53,3 см (Додатк Д.1 і Д.2).

За результатами досліджень динаміка росту рослин льону олійного у висоту відрізнялась в межах сорту залежно від мікробіологічних препаратів, їх комбінацій та способів застосування.

У середньому за 2023–2025 рр. у фази «ялинки» (ВВСН-19), «цвітіння» (ВВСН-68) і «дозрівання» (ВВСН-85) середня висота рослин за всіма варіантами досліду у сорта Орфей становила відповідно 11,3, 33,0 і 53,4 см, що на 0,4, 0,5 і 1,8 см вища за рослини Живинки (табл. 3,8).

Динаміка висоти рослин сортів льону олійного залежно від мікробних препаратів, середнє за 2023–2025 рр.

№ з/п	Орфей			Живинка		
	ялинка	цвітіння	достигання	ялинка	цвітіння	достигання
1	10,9	31,7	52,7	10,4	30,0	49,5
2	10,9	32,4	51,7	10,4	31,1	50,0
3	11,0	32,2	52,1	10,6	31,4	50,4
4	11,2	32,1	52,7	10,9	32,1	51,2
5	11,2	32,5	52,9	10,9	32,1	51,5
6	11,3	33,4	53,3	11,1	32,8	51,7
7	11,3	32,3	53,5	11,1	32,7	52,2
8	11,3	33,8	52,9	11,0	33,1	52,3
9	11,3	33,4	53,5	10,9	33,7	52,4
10	11,4	33,5	54,4	11,1	34,3	52,6
11	11,5	33,5	54,7	11,2	32,7	52,5
12	11,5	33,9	54,8	11,1	32,7	51,9
13	11,1	32,7	52,3	10,6	32,2	51,4
14	11,4	33,1	52,9	10,8	32,6	52,1
15	11,5	33,8	55,0	10,9	33,3	52,4
16	11,5	33,9	55,3	11,0	33,2	51,4
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	11,3±0,10	33,01±0,38	53,42±0,57	10,88±0,13	32,50±0,54	51,6±0,48
V, %	1,82	2,22	2,07	2,31	3,20	1,80

Примітка*: 1 – протруювач Супервін (1,5 л/т)+N₄₅+хімзахист; 2 – насіння сухе (без обробки); 3 – обробки насіння водою (контроль); 4 – обробка насіння препаратом *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т); 5 – обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т); 6 – обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т); 7 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 8 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га); 9 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); 10 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 11 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га); 12 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); 13 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т); 14 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га); 15 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га); 16 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га).

За умов обробки насіння на сорті Орфей мікробіологічними препаратами висота рослин льону олійного вказані фази розвитку складала 11,2–11,3, 32,1–33,4 і 52,7–53,3 см, тоді як на контрольному варіанті (обробка насіння водою) 11,0, 32,2 і 52,1 см або відповідно на 0,2–0,3, 0,3–1,2 і 0,6–1,2 см нижче. За цією ознакою виділявся варіант із використанням комплексу мікробіологічних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т), в якого у фази «ялинки» і «цвітіння» різниця з контролем становила 1,2 см.

Аналогічну залежність у формуванні висоти рослин виявлено і в сорта Живинка, але збільшую різницею між варіантами. Так, за обробки насіння вказаного сорту мікробіологічними препаратами висота рослин льону олійного в різні фази розвитку складала 10,9–11,0, 32,1–32,8 і 51,2–51,7 см, тоді як на контрольному варіанті (обробка насіння водою) 10,6, 31,4 і 50,4 см або відповідно на 0,3–0,4, 0,7–1,4 і 0,8–1,3 см нижче.

Слід відмітити, що обробка насіння сорту Орфей мікробіологічним препаратом Екофосфорин (1,0 л/т) не мала значного впливу на висоту рослин, тоді як на сорті Живинка вона сприяла підвищенню вказаного показника у фази «цвітіння» – на 1,4 см і «достигання» – 1,3 см.

Подальше використання мікробних препаратів при обприскуванні рослин не на всіх варіантах дослідів сприяло підвищенню висоти рослин. Так, на фоні обробки насіння мікробними препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т) використання у фазу «ялинки» *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) висота рослин у фазу «дозрівання» сорту Орфей і Живинка підвищилась на 0,2 та 0,5 см, відповідно. Додавання інших препаратів Фітовіт (0,1 л/га)+Аверком^H (0,1 л/га) при обприскуванні рослин у фази «ялинки» та «бутонізації» не підвищувало висоту рослин сорту Орфей, а на сорті Живинка у фазу «цвітіння» відмічено її зростання на 0,9 см. У фазу «достигання» за використання вказаних препаратів обидва сорти збільшили висоту рослин на 0,2 і 0,5 см.

Застосування двічі (за обробки насіння та рослин у фазу «ялинки»)

мікробіологічного препарату Екофосфорин (1,0 л/т+1,0 л/га) на сортах Орфей і Живинка сприяло зростанню рослин у фазу «достигання» на 0,8 та 1,7 см, а додавання Біоспектру (3,0 л/га) у фазу «ялинки» – ще на 2,1 і 0,7 см. За використання мікробних препаратів при обробці насіння і двічі по вегетації у фазу «достигання» показники висоти рослин сортів Орфей і Живинка знаходились у межах 55,0–55,3 та 51,4–52,4 см, а в контрольних варіантах (без них) – 52,1 і 50,4 см, що на 2,9–3,2 та 1,0–2,0 см нижче.

Таким чином, самими високими 55,3 см рослини льону олійного сорту Орфей спостерігались у варіантах за обробки насіння Екофосфорином (1,0 л/т) з послідуєчим обприскуванням посівів у фазу «ялинки» препаратами Екофосфорин (1,0 л/га) разом із Біоспектр БТ (3,0 л/га) та у фазу «бутонізації» Біоспектр БТ (3,0 л/га) з Метаризином БТ (3,0 л/га), а також за обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т), обприскування посівів у фазу «ялинки» *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+Фітовіт (0,1 л/га)+Аверком^H (0,1 л/га) та у фазу «бутонізації» *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+Фітовіт (0,1 л/га) – 54,8 см.

Сорт Живинка максимальну висоту рослин 52,6 см формував у варіанті за обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т), обприскування посівів у фазу «ялинки» *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+Фітовіт (0,1 л/га)+Аверком^H (0,1 л/га) та у фазу «бутонізації» *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га).

При достиганні високими також рослини сортів Орфей (55,0 см) і Живинка (52,4 см) були за обробки насіння Екофосфорином (1,0 л/т) з послідуєчим обприскуванням посівів у фазу «ялинки» сумішшю препаратів Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр БТ (3,0 л/га).

Установлено, що за використання різних комплексів мікробіологічних препаратів між висотою рослин льону олійного і врожайністю насіння сорту Орфей існує висока залежність, про що в фазу дозрівання культури свідчить сильний зв'язок (за шкалою Чеддока) $r = 0,8236$ на сорті Орфей і $r = 0,744$ на сорті Живинка (рис. 3.2).

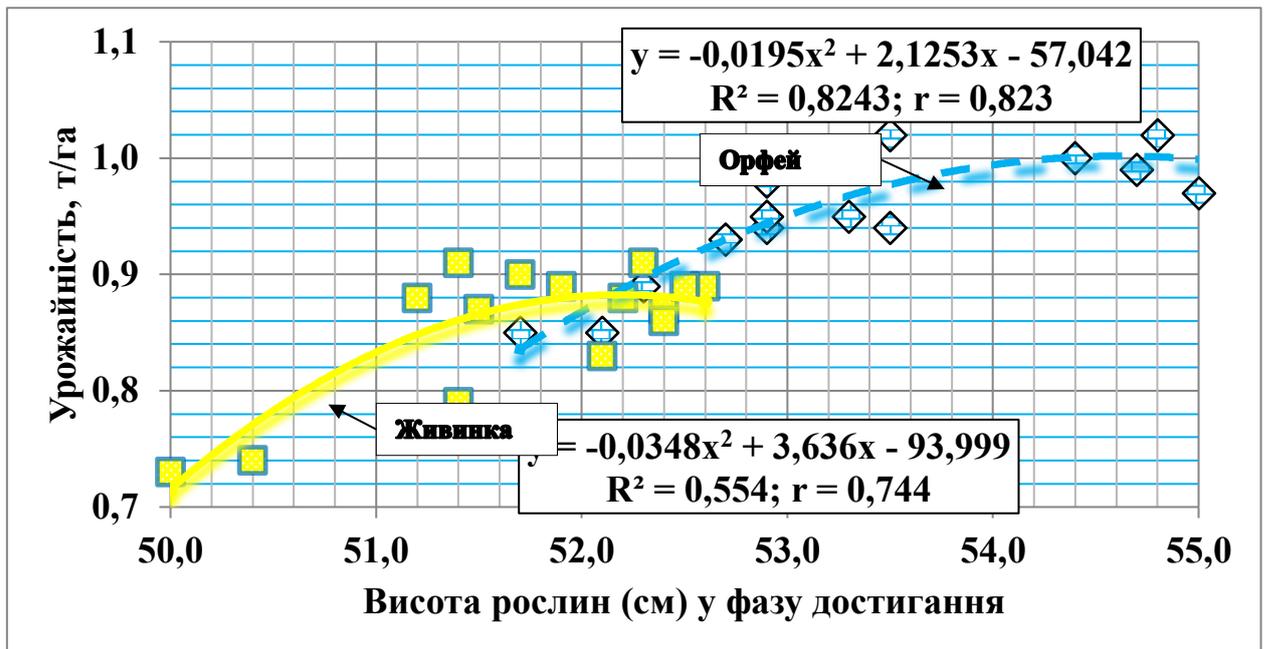


Рис. 3.2. Поліноміальна лінія тренду залежності урожайності насіння сортів льону олійного від висоти рослин в фазу досягання, середнє за 2023–2025 рр.

3.4 Динаміка накопичення сирової та абсолютно сухої маси рослин льону олійного при застосуванні біологічних препаратів

Формування високого врожаю льону олійного можливо лише при оптимальних параметрах надземної біомаси, які залежать від сумарної сухої маси у різні фази росту (після сходів, «ялинки», «бутонізації»), площі листової поверхні, ефективності фотосинтезу та умов середовища [22],

Дослідженнями Рудіка О.Л. [23], Коновалової В.М. [24] встановлено, що льон олійний росте нерівномірно, після появи сходів до тридцяти діб його сира надземна маса зростає повільно. Упродовж наступних двадцяти діб відбувалося різке її підвищення, а в кінці цього періоду вона досягає свого максимального значення. У подальшому, внаслідок дозрівання рослин, їх сира надземна маса швидко зменшується.

Результати наших досліджень із сортами льону олійного Орфей і Живинка в умовах сівозміни органічного землеробства свідчать про подібну тенденцію [25]. Тобто, їх надземна біомаса збільшувалась до фази «цвітіння»

(ВВСН-68), а потім вона зменшувалась, через відмирання листя та зневоднення рослин. Біометричний аналіз рослин свідчить, що в фазу «ялинки» (ВВСН 19) обидва сорти формували різну за розмірами надземну масу рослин (Додатки Е.1 і Е.2). Так, у сорту Орфей сира та суха надземна маса рослин, у середньому за роки досліджень, становила 0,28–0,30 і 0,05–0,06 т/га, а в Живинки вказані показники, відповідно, складала: 0,25–0,29 і 0,04–0,05 т/га, або на 3,3–10,7 % і 16,7–20 % менше (табл. 3.9 і 3.10).

Таблиця 3.9

Динаміка накопичення сирової маси посівами льону олійного залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, т/га (середнє за 2023–2025 рр.)

Назва та норма препаратів	Орфей			Живинка		
	ялінка	бутонізація	цвітіння	ялінка	бутонізація	цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,30	3,82	12,05	0,29	3,64	11,44
Обробки насіння водою (контроль)	0,28	3,22	9,47	0,25	3,11	9,19
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,28	3,31	10,05	0,26	3,19	9,95
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	0,29	3,37	10,63	0,26	3,24	10,49
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	0,29	3,41	10,71	0,26	3,27	10,57
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,29	3,55	10,82	0,27	3,41	10,63
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,29	3,56	10,86	0,27	3,42	10,66
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,29	3,45	10,70	0,26	3,28	10,59
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,29	3,51	10,76	0,27	3,41	10,62
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,29	3,52	10,81	0,27	3,43	10,63
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,29	3,53	10,83	0,27	3,45	10,63
X ± S ^X	0,29±0,003	3,48±0,10	10,70±0,40	0,27±0,007	3,35±0,10	10,49±0,36
V, %	1,9	4,5	5,8	3,9	4,4	5,2

Накопичення сухої речовини рослинами сортів льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів, т/га (середнє за 2023–2025 рр.)

Назва варіанта	Орфей			Живинка		
	ялинка	бутонізація	цвітіння	ялинка	бутонізація	цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,06	1,05	3,06	0,05	0,92	2,79
Обробки насіння водою (контроль)	0,05	0,87	2,46	0,04	0,78	2,30
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,05	0,90	2,58	0,04	0,81	2,39
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	0,05	0,91	2,62	0,04	0,82	2,43
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	0,05	0,92	2,65	0,04	0,82	2,45
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,05	0,93	2,66	0,04	0,84	2,45
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,05	0,94	2,68	0,04	0,84	2,47
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,05	0,92	2,63	0,04	0,82	2,42
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,05	0,94	2,65	0,04	0,84	2,45
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,05	0,95	2,68	0,04	0,84	2,45
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,05	0,95	2,69	0,04	0,84	2,46
$\bar{X} \pm S^X$	0,05±0,002	0,93±0,03	2,67±0,09	0,04±0,002	0,83±0,02	2,46±0,08
V, %	5,8	4,8	5,4	7,4	4,1	4,8

У подальшому вони збільшувались і в фазу «бутонізації» (ВВСН 60) досягали 3,22–3,82 і 0,87–1,05 т/га та 3,11–3,64 і 0,78–0,92 т/га, а в «цвітіння» (ВВСН 68) – 9,47–12,05 і 2,46–3,06 т/га та 9,19–11,44 і 2,30–2,74 т/га, відповідно.

Також на темпи росту надземної маси рослин льону олійного значно впливали хімічні й мікробіологічні препарати для систем живлення та захисту рослин від шкідливих організмів. Так, у фазу «цвітіння» сорти льону олійного

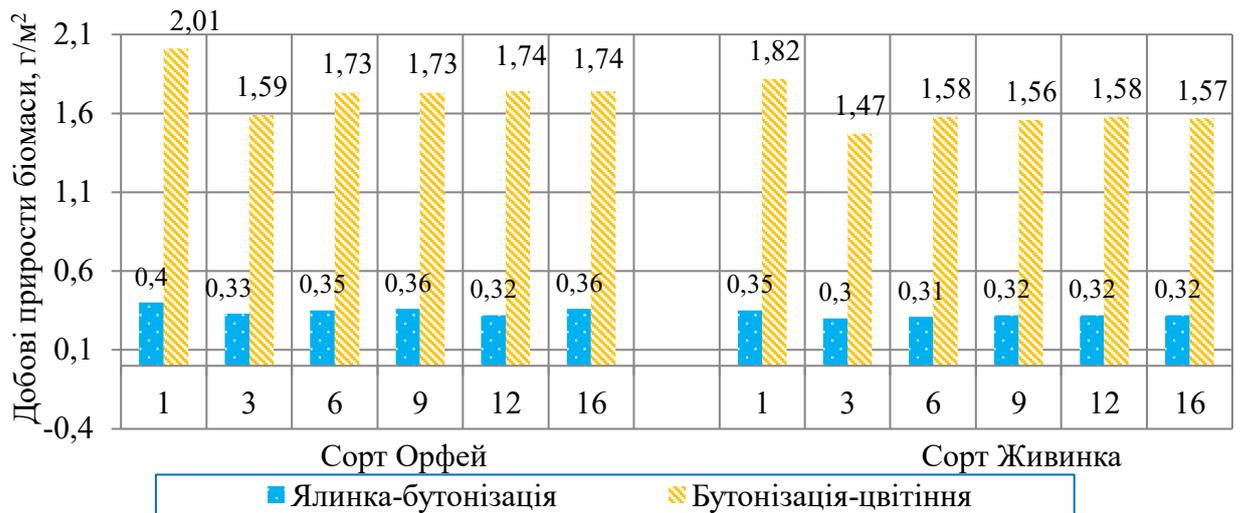
Орфей і Живинка найбільшу надземну масу рослин (сиру 12,05 і 11,44 т/га та суху 3,09 і 2,79 т/га) формували на варіанті №1 – за використання аміачної селітри та хімічних пестицидів проти бур'янів, хвороб і шкідників, а на контролі (варіант №2, оброблення насіння водою) – 9,49 і 9,17 т/га та 2,64 і 2,30 т/га, відповідно, або на 21,2 і 19,5 % та 19,8 і 17,7 % менше.

Позитивний вплив мікробіологічних препаратів та їх комбінацій на ростові процеси та формування надземної маси рослин льону олійного спостерігався уже на перших етапах вегетації – в фазу «ялинки» (ВВСН 19). Так, у сорту Орфей, у цю фазу, за оброблення насіння мікробними препаратами маса надземної частини рослин збільшувалась на 3,4 %, а в фазі «бутонізації» (ВВСН 60) і «цвітіння» (ВВСН 68) – на 2,7–9,6 та 5,8–12,8 %, відповідно.

Наростання сухої речовини у рослин відбувається подібно до формування сирової біомаси, причому використання мікробіологічних препаратів позитивно впливає на інтенсивність її накопичення (Додатки Е.3-Е.6). Максимальна маса сухої речовини сортів Орфей (2,68–2,69 т/га) і Живинка (2,46–2,47 т/га) накопичувалась за оброблення насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^Н (0,1 л/т), з наступним обприскуванням посівів у фазу «ялинки» *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+Фітовіт (0,1 л/га)+Аверком^Н (0,1 л/га) та у фазу «бутонізації» *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+Фітовіт (0,1 л/га)+Аверком^Н (0,1 л/га), а також за оброблення насіння Екофосфорином (1,0 л/т) з послідувачим обприскуванням посівів у фазу «ялинки» препаратами Екофосфорин (1,0 л/га) разом із Біоспектр БТ (3,0 л/га) та у фазу «бутонізації» Біоспектр БТ (3,0 л/га) з Метаризином БТ (3,0 л/га).

Найінтенсивніше нагромадження сухої речовини в обох сортів спостерігалось в період між фазами бутонізації та цвітіння. Так, середньодобовий приріст сухої речовини у сорту Орфей був вищим і становив за використання мікробіологічних препаратів – 1,73–1,74 г/м², а в сорту Живинка – 1,56–1,58 г/м² за добу, відповідно (рис. 3.3). Оброблення насіння комплексом мікробіологічних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт

(0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т) сприяло підвищенню 0,14 і 0,11 г/м² показника добового приросту сухої речовини рослин, ніж без них.



Назви варіантів: **1** – протруювач Супервін (1,5 л/т)+N₄₅+хімзахист; **3** – обробки насіння водою (контроль); **6** – обробка насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т); **9** – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т)+ ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); **12** – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); **16** – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+Метаризин (3,0 л/га).

Рис. 3.3. Середньодобові прирости сухої надземної маси рослин льону олійного залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, г/м² за добу (середнє за 2023–2025 рр.)

Найбільший вплив на інтенсивність накопичення сухої речовини справляло використання мінерального добрива та хімічних препаратів захисту рослин, завдяки яким приріст на сорті Орфей склав 2,1 г/м² і на сорті Живинка – 1,82 г/м² за добу. Тобто, нагромадження сухої речовини за рахунок мікробіологічних препаратів в органічній технології вирощування поступалося традиційній технології з використанням агрохімікатів.

Статистичний аналіз даних свідчить, що між величиною сухої речовини рослин у фазу «цвітіння» і врожайністю льону олійного існує тісна позитивна залежність – на сорті Орфей коефіцієнт кореляції становив $r = 0,864$, а на сорті Живинка – $r = 0,854$ (рис. 3.4).

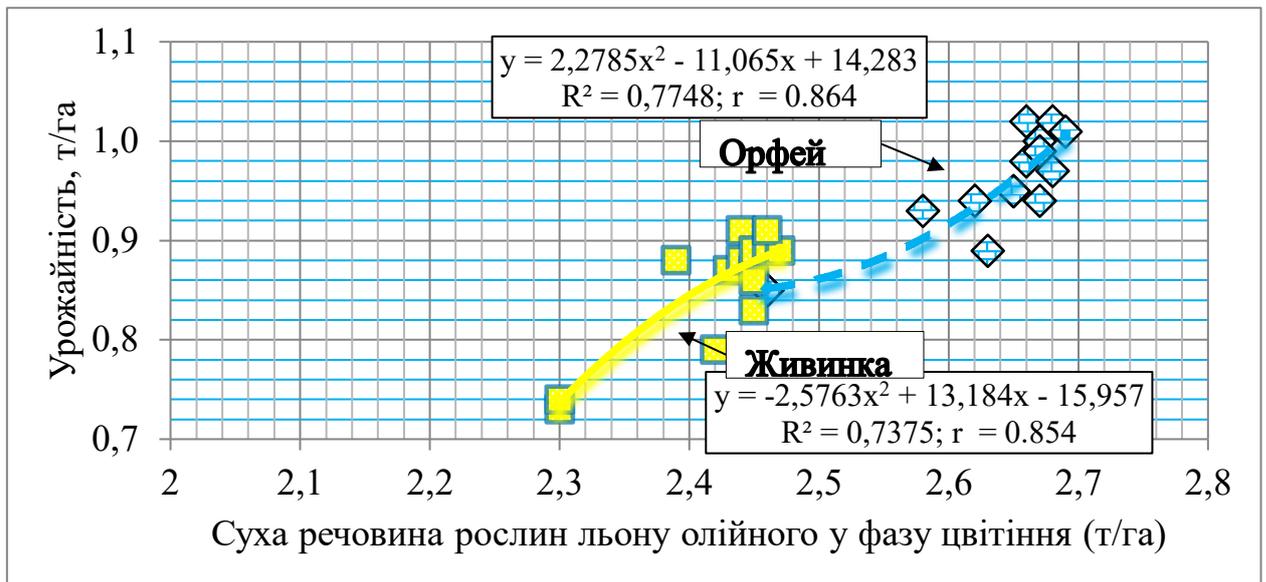


Рис. 3.4. Поліноміальна лінія тренду залежності урожайності насіння сортів льону олійного від сухої речовини рослин в фазу цвітіння, середнє за 2023–2025 рр.

3.5 Формування площі листя і продуктивність їх роботи залежно від сорту та біологічних препаратів стимулюючої і захисної дії

У сучасних умовах розвитку органічного землеробства в регіонах із посушливим кліматом – зокрема у Південному Степу України – виникає необхідність оптимізації продуктивності культур через біотехнологічні засоби. З появою нових сортів льону олійного харчового напрямку актуальним є дослідження, як застосування мікробіологічних препаратів впливає на фотосинтетичну діяльність рослин, що є ключовим етапом формування врожаю.

Науковими дослідженнями встановлено тісну залежність між підвищенням врожайності сільськогосподарських культур та поліпшенням характеристик фотосинтетичного апарату, оскільки близько 95 % органічної маси рослини створюється в процесі фотосинтезу [26]. Поверхня листя є фундаментальним компонентом фотосинтезуючого апарату рослин, де здійснюється поглинання світла, утворення асимілятів (вуглеводів, органічних речовин), необхідних для росту, розвитку, формування генеративних органів і

врожаю. Основні показники фотосинтетичної діяльності включають асиміляційну поверхню листя та тривалість активного періоду їх роботи.

Використання біологічних препаратів позитивно впливає на ріст льону олійного, сприяючи формуванню більшої площі листя та загальної вегетативної маси, що, своєю чергою, підвищує врожайність [27].

Дослідженнями проведеними в умовах Південного Степу України Гамаюнової В.В., Сидякіної О.В., Задирко Р.В. [28] виявлено, що передпосівна обробка насіння та посівів у фазу «ялинки» мікроелементами та органомінеральними добривами сприяла збільшенню площі листкової поверхні посівів льону олійного та інтенсивності її наростання. Вказаними авторами також був встановлений високий і дуже високий кореляційний зв'язок: $r = 0,809-0,998$ між площею листкової поверхні рослин та врожайністю насіння льону олійного.

Ряд науковців стверджують про підвищення інтенсивності наростання площі листкової поверхні льону олійного до фази цвітіння й спадом у наступні періоди, що пов'язано із зниженням фотосинтетичної активності і відтоком поживних речовин до репродуктивних органів і коренів [29, 30, 31].

Результати наших досліджень на сортах Орфей і Живинка свідчать, що розміри площі листкової поверхні льону олійного та інтенсивність її наростання в усіх варіантах досліду були різними. У фазу «ялинки» площа листя сорту Живинка була більша, ніж у Орфея, та відповідно становила 0,58–0,60 і 0,55–0,57 тис. м²/га. Проте у подальшому на сорті Орфей вона наростала інтенсивніше, та в фази «бутонізації» й «цвітіння» випереджала на 3,8 і 1,4 % відповідно площу листя отриману на сорті Живинка (табл. 3.11). Максимальних розмірів асиміляційна поверхня листків на сорті Орфей досягала в фазу «цвітіння» та становила – 25,80–31,25 тис. м²/га.

У сорту Живинка площа листкової поверхні найбільших розмірів 36,38–30,93 тис. м²/га досягала також у фазу «цвітіння». Наведені дані свідчать, що площа листя в цього сорту в фази «бутонізації» й «цвітіння» поступалася, ніж у сорту Орфей, а отже потенціал для формування насіння був меншим.

Таблиця 3.11

Динаміка площі листя рослин сортів льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів, тис. см²/га (середнє за 2023–2025 рр.)

Назва варіанта	Орфей			Живинка		
	ялінка	бутонізація	цвітіння	ялінка	бутонізація	цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,57	23,97	31,25	0,60	22,29	30,93
Обробки насіння водою (контроль)	0,55	20,97	25,80	0,58	20,38	26,38
Обробка насіння препаратом <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,55	21,49	27,24	0,59	20,55	27,19
Обробка насіння препаратами <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	0,56	21,52	27,82	0,59	20,77	27,34
Обробка насіння препаратами <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	0,56	21,68	28,18	0,59	20,94	27,50
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,56	21,68	28,14	0,59	20,94	27,57
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,56	21,73	28,22	0,59	20,96	27,72
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,57	21,67	27,84	0,59	20,89	27,29
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,57	21,82	27,65	0,59	21,02	27,46
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,57	21,98	27,92	0,59	21,06	27,64
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,57	21,99	28,14	0,59	21,08	27,68
X ± S ^X	0,56 ± 0,01	21,9 ± 0,48	28,0 ± 0,82	0,59 ± 0,01	21,0 ± 0,31	27,7 ± 0,73
V, %	1,40	3,4	4,55	0,8	2,3	4,1

На формування площі листя льону олійного та її функціонування впливали мікробіологічні препарати, які сприяли посиленню формування асиміляційного апарату. Так, за оброблення насіння сортів Орфей і Живинка комплексом мікробних препаратів *Vacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т) та Екофосфорином (1,0 л/т) площа листя в фазу «цвітіння» відповідно становила 28,18 і 27,50 та 27,84 і 27,94 тис. м²/га, а без обробки насіння – 25,80 і 26,38 тис. м²/га, що на 1,70–2,38 і 1,46–1,56 тис. м²/га менше.

Оброблення насіння та двічі посівів комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, 1,0+1,0 л/га)+Фітовіт (0,05 л/т, 0,05+0,05 л/га)+Аверком^H (0,1 л/т, 0,1+0,1 л/га) сприяло формуванню максимальної площі листової поверхні льону олійного в сортів Орфей та Живинка 28,22 і 27,72 тис. м²/га, що на 2,42 і 1,34 тис. м²/га більше, ніж без них.

За оброблення насіння Екофосфорином (1,0 л/т) з послідуєчим обприскуванням посівів у фазу «ялинки» препаратами Екофосфорин (1,0 л/га) разом із Біоспектр БТ (3,0 л/га) та у фазу «бутонізації» Біоспектр БТ (3,0 л/га) з Метаризином БТ (3,0 л/га) також сформувалась на 2,34 і 1,30 тис. м²/га більша асиміляційна поверхня листків.

Статистичний аналіз даних свідчить, що між урожайністю насіння льону олійного та площею листової поверхні існує тісна позитивна залежність – $r = 0,774-0,813$. Тому для одержання високого льону олійного важливо формувати оптимальні параметри листового апарату.

Упродовж всієї вегетації льону олійного спостерігалась позитивна динаміка зміни площі листя на користь традиційної технології з використанням агрохімікатів, яка у фазу «цвітіння» у сортах Орфей і Живинка зроста на 5,45 і 3,55 тис. м²/га порівняно з контрольним варіантом (без них, лише оброблення насіння водою). Але при цьому формувалось насіння, яке не відповідало вимогам органічної продукції.

Роботу асиміляційної поверхні листків протягом вегетації характеризує фотосинтетичний потенціал. Дослідження свідчать, що мікробіологічні препарати справляють вплив на величину фотосинтетичного потенціалу рослин льону олійного. Так, оброблення насіння та двічі посівів комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, 1,0+1,0 л/га)+Фітовіт (0,05 л/т, 0,05+0,05 л/га)+Аверком^H (0,1 л/т, 0,1+0,1 л/га) на сорті Орфей сприяла збільшенню показників фотосинтетичної продуктивності у періоди «ялінка–бутонізація» та «бутонізація–цвітіння» на 9,8 і 15,5 тис. м²/днів/га порівняно з контрольним варіантом (268,1 і 238,2 тис. м²/днів/га), а на сорті Живинка – на 7,4 і 10,1 тис. м²/днів/га, на контролі (264,7 і 239,9 тис. м²/днів/га) (табл. 3.12).

**Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу посівів
залежно від досліджуваних факторів, (середнє за 2023–2025 рр.)**

Назва варіанта	Фотосинтетичний потенціал, тис.м ² добу/га				Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу			
	Орфей		Живинка		Орфей		Живинка	
	ялінка- бутанізація	бутанізація -цвітіння	ялінка- бутанізація	бутанізація -цвітіння	ялінка- бутанізація	бутанізація -цвітіння	ялінка- бутанізація	бутанізація -цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	305,8	274,3	288,3	273,7	3,16	7,38	3,12	6,86
Обробки насіння водою (контроль)	268,1	232,2	264,7	239,9	2,96	6,89	2,90	6,35
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	274,8	241,7	267,0	244,9	3,02	6,99	2,99	6,47
Обробка насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	275,2	244,7	269,8	246,9	3,05	7,03	2,99	6,54
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	277,1	247,2	271,8	248,7	3,04	7,05	2,98	6,55
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	277,1	247,0	271,8	249,1	3,09	7,03	3,02	6,50
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	277,7	247,7	272,1	250,0	3,10	7,07	3,02	6,56
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	277,3	245,4	271,2	247,2	3,06	7,01	2,98	6,48
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	279,2	245,3	272,8	248,9	3,09	7,04	3,03	6,48
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	281,1	247,4	273,2	250,0	3,10	7,04	3,04	6,46
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	281,2	248,6	273,5	250,4	3,10	7,04	3,03	6,48
$X \pm S^X$	279,5 ±6,06	247,4 ±6,45	272,4 ±3,81	250,0 ±5,24	3,07 ±0,03	7,05 ±0,08	3,01 ±0,03	6,52 ±0,08
V, %	3,37	4,05	2,18	3,37	1,71	1,68	1,78	1,93

За оброблення насіння Екофосфорином (1,0 л/т) з послідуочим обприскуванням посівів у фазу «ялинки» препаратами Екофосфорин (1,0 л/га) разом із Біоспектр БТ (3,0 л/га) та у фазу «бутонізації» Біоспектр БТ (3,0 л/га) з Метаризиним БТ (3,0 л/га) також показники фотосинтетичного потенціалу зростали на 13,1 і 15,5 тис. м²/днів/га у сорта Орфей та на 8,8 і 10,5 тис. м²/днів/га у сорта Живинка.

Для того, щоб забезпечити інтенсивне накопичення надземної сухої біомаси льону олійного (*Linum usitatissimum* L.), надзвичайно важливим є не лише розвинена листкова поверхня та високий фотосинтетичний потенціал, але й інтенсивність фотосинтезу листків. Цей чинник зазвичай характеризують через показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) — тобто приріст сухої речовини (г) за одиницю часу (добу) на одиницю листкової поверхні (м²) [32].

Наші дослідження з цього питання свідчать, що кожен квадратний метр листкової поверхні льону олійного створює від 2,90 до 7,38 г/м² сухої речовини за добу залежно від фази розвитку, сорту та застосування мікробіологічних препаратів (див. табл. 3.12).

Найвища інтенсивність асиміляційних процесів у листках обох сортів спостерігалась у міжфазний період «бутонізація–цвітіння» рослин. У цей період чиста продуктивність фотосинтезу була досить високою та досягала 6,86–7,38 г/м² за добу на варіантах традиційної технології вирощування з використанням агрохімікатів і 6,46–7,07 г/м² за добу на варіантах із застосуванням мікробіологічних препаратів. При цьому слід відмітити, що від фази «ялинки» до «цвітіння» чиста продуктивність фотосинтезу обох сортів зростала, але вищою вона була у сорту Орфей. Це пояснюється тим, що в цього сорту при формуванні максимальних розмірів площі листової поверхні в перерахунку на 1 м² листя припадало більше синтезованої сухої речовини.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) на сорті Орфей за оброблення насіння та посівів мікробіологічними препаратами становила 6,99–7,05 і 7,03–7,07 г/м² за добу, або відповідно на 0,1–0,16 і 0,14–0,18 г/м² за добу більше, ніж

без них.

На сорті Живинка ЧПФ за оброблення насіння та посівів мікробіологічними препаратами становила відповідно 6,47–6,55 і 6,46–6,56 г/м² за добу, або на 0,12–0,20 і 0,11–0,21 більше, ніж без них.

Максимальну величину ЧПФ (7,07 г/м² за добу) на сорті Орфей забезпечило оброблення насіння та двічі посівів комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, 1,0+1,0 л/га) + Фітовіт (0,05 л/т, 0,05+0,05 л/га) + Аверком^H (0,1 л/т, 0,1+0,1 л/га).

На сорті льону олійного Живинка спостерігалася аналогічна тенденція щодо зміни ЧПФ залежно від застосування мікробіологічних препаратів. Найвищу ЧПФ (6,56 г/м² за добу) сорт Живинка формував також за оброблення насіння та двічі посівів комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, 1,0+1,0 л/га) + Фітовіт (0,05 л/т, 0,05+0,05 л/га) + Аверком^H (0,1 л/т, 0,1+0,1 л/га).

Робота листового апарату за інших комбінацій мікробіологічних препаратів було менш інтенсивною, але вищою ніж на контрольних варіантах. Так, за оброблення насіння Екофосфорином (1,0 л/т) з послідувачим обприскуванням посівів у фазу «ялинки» препаратами Екофосфорин (1,0 л/га) разом із Біоспектр БТ (3,0 л/га) та у фазу «бутонізації» Біоспектр БТ (3,0 л/га) з Метаризином БТ (3,0 л/га) ЧПФ у сорту Орфей становило 7,04 г/м² за добу, а у сорту Живинка – 6,48 г/м² за добу, що відповідно на 0,15 і 0,13 г/м² за добу більше ніж без них.

Отже, чиста продуктивність фотосинтезу льону олійного обох сортів під впливом мікробіологічних препаратів та їх комбінацій зростає.

Висновки до розділу 3:

1. Технічна ефективність біологічних препаратів фунгіцидної та інсектицидної дії в органічних системах захисту проти хвороб і фітофагів льону олійного на сорті Орфей варіювала відповідно від 15,5 до 37,8 та 18,6 до

39,1 %, а на сорті Живинка – від 14,0 до 34,1 та 13,2 до 38,8 % і залежала від виду шкідливих організмів та комбінацій препаратів.

2. Тривалість вегетаційного періоду льону олійного сортів Орфей і Живинка в середньому за роки досліджень складала відповідно 94 і 95 діб та не залежала від оброблення насіння мікробними препаратами. Оброблення насіння мікробними препаратами є ефективним прийомом щодо підвищення польової схожості насіння льону олійного сорту Орфей на 3,8–5,3 % і сорту живинка на 2,6–3,6 %. Встановлено високий рівень позитивної кореляції між польовою схожістю та урожайністю: на сорті Орфей коефіцієнт кореляції становив $r = 0,932$, а на сорті Живинка — $r = 0,960$.

3. За використання мікробіологічних препаратів та їх комбінацій збільшувалась висота рослин сорту Орфей на 0,6–3,2 см, а сорту Живинка – на 0,8–2,2 см. Встановлено, що між висотою рослин льону олійного і врожайністю насіння сорту Орфей існує висока залежність, про що в фазу дозрівання культури свідчить сильний зв'язок (за шкалою Чеддока) $r = 0,8236$ на сорті Орфей і $r = 0,744$ на сорті Живинка.

4. Мікробіологічні препарати позитивно впливали на накопичення надземної біомаси рослин. Оброблення насіння сортів Орфей і Живинка комплексом мікробіологічних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т) сприяло збільшенню на 0,14 і 0,11 г/м² за добу показника добового приросту сухої речовини рослин, ніж без них. Між величиною сухої речовини рослин у фазу «цвітіння» і врожайністю льону олійного існує тісна позитивна залежність – на сорті Орфей коефіцієнт кореляції становив $r = 0,864$, а на сорті Живинка – $r = 0,854$.

5. Асиляційна поверхні листя, фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу льону олійного обох сортів під впливом мікробіологічних препаратів та їх комбінацій зростає.

За матеріалами розділу опубліковано сім наукових праць [6, 14-17, 20, 24].

Список джерел літератури до розділу 3

1. Gruzdeviene, E.; Dabkevicius, Z. The control of flax anthracnose [*Colletotrichum lini* [West.] Toch.] by fungicidal seed treatment. *J. Plant Prot. Res.* 2003, 43, 205–212.
2. Йотка О. Ю., Чучвага В. І., Кривошеєва Л. М. Ознакова колекція льону за стійкістю до фузаріозу та антракнозу – джерело вихідного матеріалу для селекції. Генетичні ресурси рослин. 2017. № 20. С. 73–84 http://nbuv.gov.ua/UJRN/grr_2017_20_9
3. Ткачова С. Шкідники льону та захист від них. Агробізнес Сьогодні. 2013. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/358-shkidnyku-lonu-ta-zakhyst-vid-nykh.html>.
4. Liszka J, Dymińska L, Łaba W, Wróbel-Kwiatkowska M. The Influence of the Non-Pathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47 Strain on Flax Resistance to Pathogens. *Int J Mol Sci.* 2025 May 6;26(9):4396. doi: 10.3390/ijms26094396. PMID: 40362632; PMCID: PMC12072775.
5. Puyam, A. (2016). Advent of *Trichoderma* as a bio-control agent-a review. *Journal of Applied and Natural Science.* 8. 1100–1109.
6. **Мельник М.А.,** Заєць С.О. Технічна ефективність біологічного захисту агроценозу льону олійного проти шкідників. Матеріали II міжнародної наукової конференції «Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи» (24-26 вересня 2025 р., м. Одеса). Одеса. ІТІ «Біотехніка. 2025. С. **(у друці)**.
7. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування. / А. В Чехов, О. М. Лапа, Л. Ю. Міщенко, І. О. Полякова. Київ : Укр. акад. аграрних наук ; Ін-т олійних культур. 2007. 59 с.
8. Махова Т. В. Формування продуктивності льону олійного харчового напряму залежно від елементів технології вирощування в умовах степу України : дис. ... канд. сільськогосподарських наук : 06.01.09. Дніпро. 2019. 188 с.
9. Борисюк О. Д., Антипова Л. К., Дикий В. В. Формування

врожайності насіння льону олійного за різних погодних умов у Південному Степу України. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Вінниця. 2011. Вип. 9. С. 58–61

10. Рудік О.Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку сортів льону в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2017. Вип. 98 . С. 113–121

11. Шувар А. М., Рудавська В. М., Дзюбайло А. Г. Продуктивність льону олійного залежно від впливу біопрепаратів та комплексних мікродобрив. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 69 (1). С.142–156. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(69\)-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-9)

12. Gamayunova, V. V., Dumych, V. V., Kovalenko, O. A., Korkhova, M. M., Fedorchuk. M. I. Innovative technologies of oilseed flax cultivation based on the use of siderates based on the use of siderates, microfertilizers, soil and endophytic microorganisms. Innovative technologies in life of modern man : collective monograph. Odesa, 2019. 3. 78–95. ISBN 978-617-7414-98-7

13. Шувар А., Сало Я. Застосування комплексних мікродобрив та біопрепаратів за органічного виробництва льону олійного. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2021. № 29(43). С. 184–192. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29\(43\)-17](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29(43)-17)

14. Локоть О. Ю., Селінний М. М., Шевченко Л. А. Агроекологічне обґрунтування застосування біопрепаратів за вирощування льону-довгунця в умовах лівобережного Полісся. Таврійський науковий вісник. 2021. № 121. С.67–75. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.9>

15. Мельник М. А., Заєць С. О. Польова схожість та густина рослин льону олійного залежно від обробки насіння мікробними препаратами. 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). Одеса : Олді+, 2023. С. 54–56.

16. **Мельник М. А.**, Заєць С. О. Вплив оброблення насіння мікробними препаратами на тривалість вегетаційного періоду, польову схожість і густоту рослин льону олійного. Зрошуване землеробство. Видавничий дім «Гельветика». 2024. 82. С. 48–54. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.8>.

17. **Мельник М.А.**, Заєць С.О. Тривалість вегетаційного періоду, польова схожість і густота стояння рослин льону олійного залежно від обробки насіння мікробними препаратами. *Підвищення продуктивності польових культур та інновації в рослинництві*. Всеукраїнська науково-практична On line конференція. (сmt. Полігон, 29 вересня 2023 р.). Миколаїв: Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН. 2023. С.32–35

18. Заєць С.О, **Мельник М.А.** Польова схожість, густота рослин і тривалість міжфазних періодів льону олійного залежно від сорту та мікробних препаратів в органічному землеробстві. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок у виробництво* : матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 17–18 жовтня 2024 р.) / Міністерство освіти і науки України ; Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв: МНАУ. 2024. С.61–64

19. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми. Київ : Наукова думка, 2010. 253 с.

20. Малиновська І. М. Використання бактеріальних препаратів в органічному агровиробництві. Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і реалізація якісної органічної продукції. Київ, 2013. С. 83–89

21. **Мельник М.А.**, Заєць С.О. Динаміка росту рослин льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва* : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 21–22 березня 2024 р.).

Миколаїв : МНАУ, 2024. С. 57–61.

22. Malhi, S. S., Johnston, A. M., Schoenau, J. J., Wang, Z. H., Vera, C. L. (2007). Seasonal Biomass Accumulation and Nutrient Uptake of Canola, Mustard, and Flax on a Black Chernozem Soil in Saskatchewan. *Journal of Plant Nutrition*, Vol. 30, No. 4, pp. 641–658. DOI: 10.1080/01904160701209444

23. Рудік О. Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку сортів льону олійного в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2017. Вип. 98. С. 113–121.

24. Коновалова В. М., Боровик В. О. Вплив умов зволоження та мінерального живлення на фотосинтетичну активність льону олійного. *Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної online конференції молодих вчених*. Херсон: ІЗЗ НААН, 2020. С. 105–106.

25. Мельник М.А., Заєць С.О. Накопичення біомаси рослин льону олійного залежно від сорту і мікробіологічних препаратів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Адаптація агровиробництва до змін клімату та ґрунтової родючості» (9 жовтня 2025 р., сел. Полігон, Миколаївська ДСДС ІКОСГ НААН). Миколаїв. 2025. С. 146-151.

26. Стасик О.О., Кірізій Д.А., Прядкіна Г.О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. 53, 2. С. 160–184. <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160>

27. Коновалова В. М., Сябрук Т. А., Коновалов В. О., Тищенко А. В. Використання мікробіологічних препаратів під час вирощування сільськогосподарських культур, зокрема льону олійного. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С. 175–179. DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.34>

28. Гамаюнова В.В., Сидякіна О.В., Задирко Р.В. Формування площі листової поверхні посівів льону олійного залежно від макро- та мікродобрив в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. 25. С. 15–19. DOI

<https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2024.25.2>

29. Рудік О. Л. Агроєкологічне обґрунтування та розробка базисних елементів технології вирощування льону олійного подвійного використання в умовах півдня України: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.09. Херсон, 2019. 504 с.

URL:

https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%A0%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%BA%D0%B0%20%D0%9E.%D0%9B..pdf

30. Юник А. В. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів льону олійного (*Linum usitatissimum* L.) залежно від технології вирощування. Новітні агротехнології. 2019. №7. С. 12 URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204840>.

31. Столярчук Т. А. Адаптивність льону олійного та стабільність його продуктивності в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.01.09. Київ, 2018. 19 с.

32. Рослинництво. Практикум / за ред. О. І. Зінченко. Вінниця: Нова книга. 2008. 536 с.

РОЗДІЛ 4

ВОДНИЙ І ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ НА ПОСІВАХ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

4.1 Особливості водоспоживання сортів льону олійного за різних біологічних препаратів

Вважається, що льон олійний має певну толерантність до дефіциту вологи, але він потребує достатнього забезпечення ґрунтовою вологою для повноцінного росту та розвитку, так як коефіцієнт транспірації значний і сягає 400-690 [1, 2, 3]. Враховуючи, що коренева система рослин льону олійного менш розвинута ніж в інших культурах, але всмоктувана здатність їх дуже висока. Це спонукає корені рости вглиб і шукати вологу. За дефіциту вологи в критичний період (фаза швидкого росту) гальмуються ростові процеси, а в фазі бутонізації та цвітіння може навіть відмерти верхівка стебла [4].

Важливим питанням вологозабезпечення зернових культур є сумарне водоспоживання, що визначає кількість вологи потрібну рослинам при витрачанні на транспірацію і випаровування з поверхні ґрунту [5].

Найбільш критичними періодами зволоження є фази проростання насіння, інтенсивного росту стебла та бутонізації, під час яких спостерігається підвищене споживання води і азоту [6]. Тому льон олійний сильно залежить від агрометеорологічних умов року та ґрунтової вологи. За даними одних науковців на незрошуваних ділянках більша частка в сумарному водоспоживанні належить опадам (52,5 %) [7], а в інших – ґрунтовим запасам вологи – (56,7–61,9 %) [8] і 58,5–59,37 %) [9]. За даними Зелінського Ю.А. [10] в посушливому 2024 році на опади припадало 38,1 % у балансі водоспоживання, а решту 61,9 % забезпечували запаси ґрунтової вологи. Тоді як в інші роки досліджень навпаки – більшу частку в сумарному водоспоживанні займали опади

Використання біологічних препаратів сприяє ефективнішому засвоєнню

вологи з ґрунту та зменшенню потреби рослини у воді, що є важливим для зниження стресу та збереження врожайності в умовах нестачі вологи [11, 12, 13].

Результати наших досліджень свідчать, що сумарне водоспоживання льону олійного залежало від умов зволоження року (Додатки К.1–К.6). Максимальним 2722 і 2567 м³/га у сортах ‘Орфей’ і ‘Живинка’ його визначено в 2024 р., а мінімальним – у 2023 р., відповідно 2034 і 2046 м³/га (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Сумарне водоспоживання льону олійного та його складові в роки проведення досліджень, м³/га

Рік дослідження	Сумарне водоспоживання	Складові балансу	
		ґрунтова волога	корисні опади
Сорт Орфей			
2023	2034	1144	902
2024	2722	1499	1223
2025	2132	1216	916
Середнє за три роки	2295	1281	1014
Сорт Живинка			
2023	2046	1144	902
2024	2567	1344	1223
2025	2171	1255	916
Середнє за три роки	2261	1247	1014

Така відмінність пояснюється кількістю корисних опадів, що випали впродовж вегетаційного періоду. Якщо у 2024 р. їх випало 1223 м³/га, то у 2023 р. – 902 м³/га, що менше на 321 м³/га або в 1,4 рази.

Проте в усі роки досліджень частка корисних опадів у сумарному водоспоживанні льону олійного сортів ‘Орфей’ і ‘Живинка’ була меншою та становила 43,0–44,9 та 42,2–47,7 % відповідно, а в середньому за три роки – 44,2 і 44,8% (рис. 4.1 і 4.2).

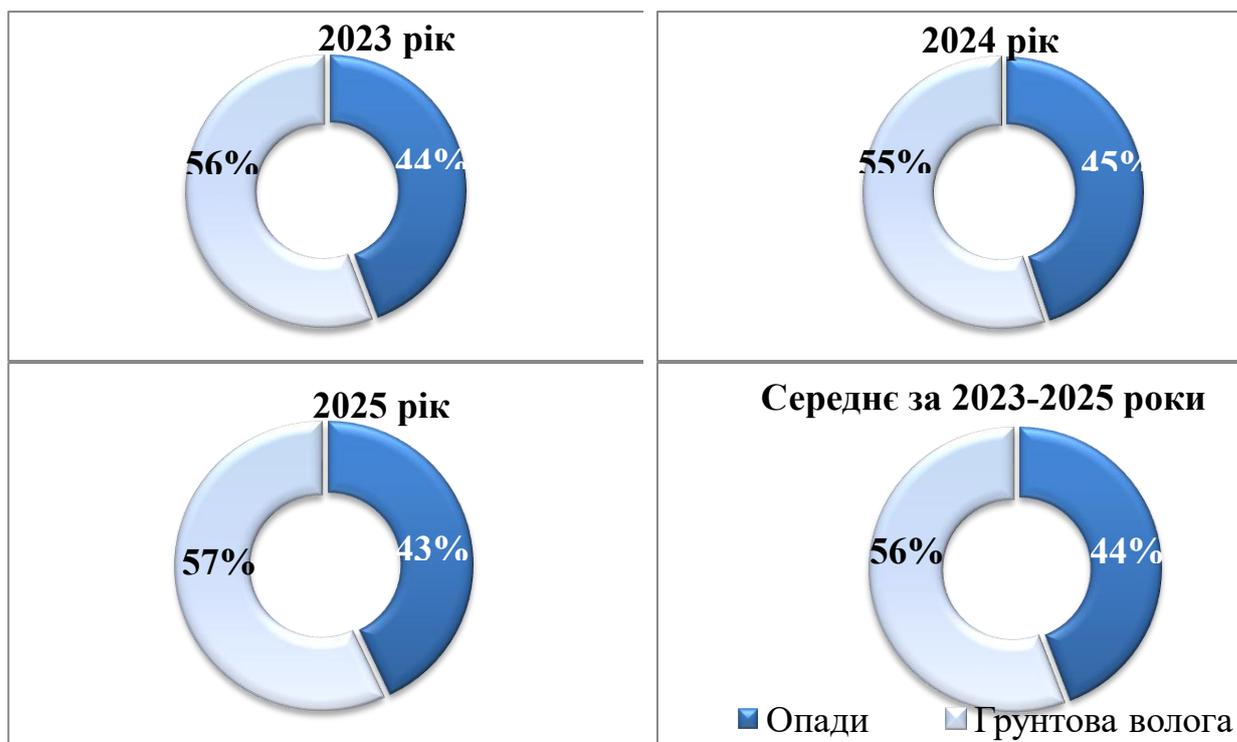


Рис. 4.1 Частка складових балансу сумарного водоспоживання у середньому за варіантами дослідів у сорту льону олійного 'Орфей'

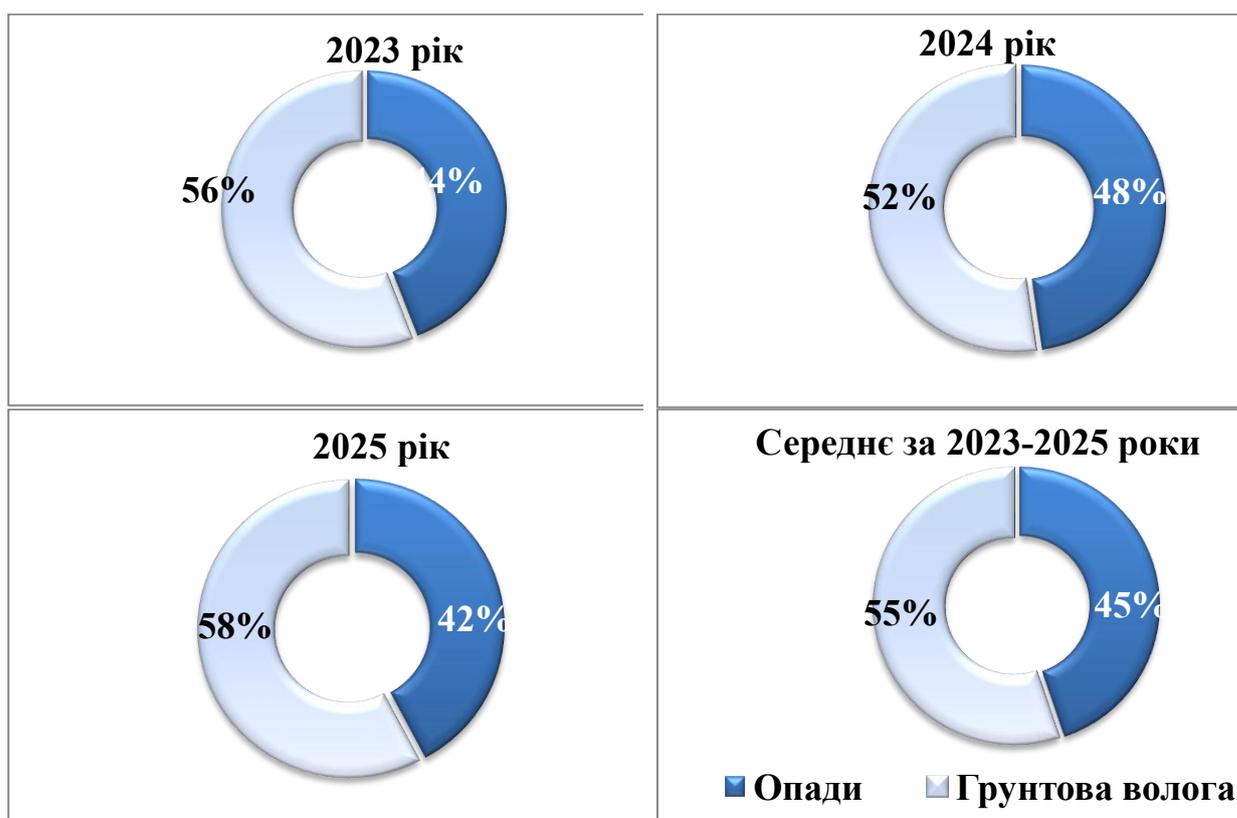


Рис. 4.2 Частка складових балансу сумарного водоспоживання у середньому за варіантами дослідів у сорту льону олійного 'Живинка'

Більшу частку в сумарному водоспоживанні займала ґрунтова волога, на яку в середньому припадало 55,2–55,8 % [14]. Результати наших досліджень підтверджують висновок який зробив Рудік О.Л. [9], що в неполивних умовах півдня України в сумарному водоспоживанні льону олійного більша частка належить ґрунтовій волозі – 58,5–59,4 %.

У середньому за 2023–2025 рр. з шару ґрунту 1 м сумарне водоспоживання льону олійного сорту ‘Орфей’ становило від 2260 до 2338 м³/га, а ‘Живинки’ – від 2252 до 2317 м³/га (табл. 4.2) [15].

Таблиця 4.2

Сумарне водоспоживання льону олійного різних сортів залежно від мікробіологічних препаратів (середнє за 2023–2025 рр.), м³/га

Назва варіантів досліджу	‘Орфей’	‘Живинка’
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	2338	2317
Обробки насіння водою (контроль)	2260	2242
Обробка насіння препаратом Bacillus sp.4 (1,0 л/т)	2296	2274
Обробка насіння препаратами Bacillus sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	2300	2288
Обробка насіння препаратами Bacillus sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)	2289	2252
Обробки насіння Bacillus sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)+ВВСН-19 Bacillus sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)+ВВСН-60 Bacillus sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)	2291	2263
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	2315	2257
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	2306	2268
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	2294±10	2261±9
V, %	0,87	0,84

Тобто сумарне водоспоживання сортів льону олійного дещо різнилось. Так, сорт ‘Орфей’ за обробки мікробіологічними препаратами для

формування насіння потребував в середньому на 37 м³/га, за обробки водою – на 18 м³/га та обробки хімічними препаратами – на 21 м³/га більше води, ніж сорт ‘Живинка’, що зумовлено їхніми сортовими особливостями.

Максимальне сумарне водоспоживання обох сортів визначено за традиційної технології вирощування льону олійного з використанням хімічних засобів захисту рослин і мінеральних добрив, де воно склало 2338 і 2317 м³/га, що на 78 і 75 м³/га більше, ніж за обробка насіння лише водою.

Також на величину сумарного водоспоживання рослин льону олійного вплинуло застосування мікробіологічних препаратів. Порівняно з контролем вони сприяли формуванню більшої вегетативної маси рослин, на що витрачалось значна кількість води і як наслідок, збільшувалась величина сумарного водоспоживання на 26–55 м³/га у сорту ‘Орфей’ і на 10–46 м³/га у ‘Живинки’, але меншим на 41 і 57 м³/га, ніж за традиційної технології.

На варіантах з мікробіологічними препаратами найбільші абсолютні значення сумарного водоспоживання 3000–3015 м³/га отримано на сорті ‘Орфей’ за обробки насіння Екофосфорин (1,0 л/т), а також за обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) і Фітовіт (0,05 л/т). На сорті ‘Живинка’ максимального значення сумарне водоспоживання 2288 м³/га також виявлено за обробки насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) і Фітовіт (0,05 л/т).

Встановлено, що серед біологічних варіантів найменшу величину сумарного водоспоживання (2289 м³/га на сорті ‘Орфей’ і 2252 м³/га на сорті ‘Живинка’) забезпечила комплексна обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т), Фітовіт (0,05 л/т) і Аверком^H (0,1 л/т).

За допомогою кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність величини врожайності насіння та сумарним водоспоживання рослин сортів льону олійного. Виявлено, що врожайність сортів льону олійного підвищувались зі збільшенням величини сумарного водоспоживання, а зв’язок представлений коефіцієнтом кореляції за шкалою Чеддока для сорту ‘Орфей’ 0,64 був помірним, а для сорту ‘Живинка’ 0,77 – високим (рис. 4.3).

Для оцінки ефективності витрати вологи на формування одиниці

врожаю культури використовують коефіцієнт водоспоживання. Розрахунки коефіцієнта водоспоживання льону олійного свідчать, що його показники залежали як від умов років досліджень, так і від застосування мікробіологічних препаратів для живлення та захисту рослин. Найбільш економно витрачалась волога на формування 1 т врожаю насіння у 2025 р. на сорті ‘Орфей’ 2051 м³ і сорті ‘Живинка’ 2299 м³.

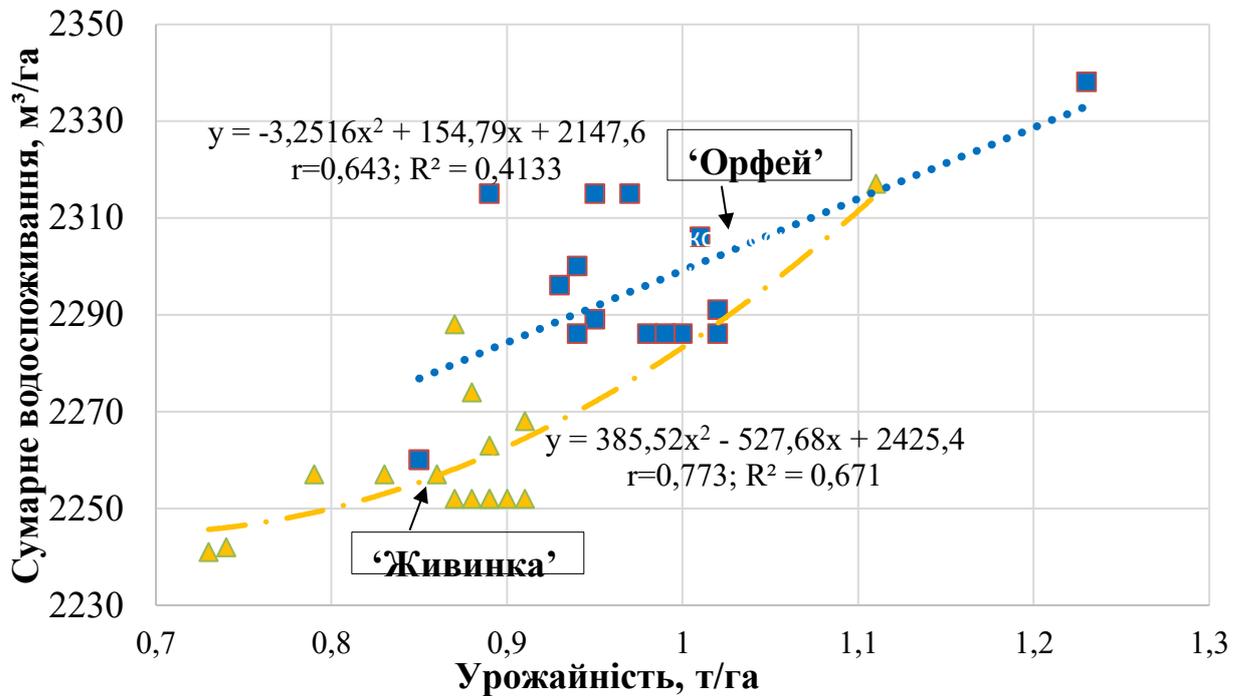


Рис. 4.3 Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю та сумарним водоспоживанням льону олійного (середнє за 2023–2025 рр.)

Максимальні значення коефіцієнта водоспоживання спостерігались в 2023 і 2024 рр., у яких він був у 1,2–1,3 рази більший (табл. 4.3).

За рахунок вищої продуктивності льону олійного на варіантах із використанням мікробіологічних препаратів порівняно з контролем (обробка насіння водою) більш економніше витрачалась волога на формування врожаю насіння. Так, за їх застосування величина коефіцієнтів водоспоживання сортів ‘Орфей’ і ‘Живинка’ у 2023 р. була на 5–317 і 240–733 м³/т, у 2024 р. на 335–537 і 97–667 м³/т та в 2025 р. на 35–523 і 181–462 м³/т меншою, ніж без них.

Коефіцієнт водоспоживання різних сортів льону олійного за впливу досліджуваних факторів у роки вирощування, м³/т

№ з/п	2023 р.		2024 р.		2025 р.	
	‘Орфей’	‘Живинка’	‘Орфей’	‘Живинка’	‘Орфей’	‘Живинка’
1	1763	2105	2121	2179	1786	1987
2	2753	3377	2935	3300	2280	2662
3	2718	3274	3000	3256	2304	2660
4	2472	2917	2603	2709	2339	2245
5	2610	3032	2531	2791	2196	2222
6	2576	2675	2506	2683	2189	2197
7	2713	2904	2569	2628	2101	2242
8	2678	2541	2545	2655	1893	2266
9	2512	3034	2569	2628	1781	2242
10	2544	2946	2521	2601	1859	2197
11	2678	2904	2521	2601	1843	2197
12	2699	3015	2452	2589	1781	2198
13	2751	2977	2831	3159	2253	2479
14	2579	2977	2665	2875	2100	2370
15	2516	2853	2589	2752	2080	2319
16	2401	2631	2463	2599	2024	2295

Примітка*: 1 - протруювач Супервін (1,5 л/т)+N₄₅+хімзахист; 2 - насіння сухе; 3 - обробки насіння водою (контроль); 4 - обробка насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т); 5 - обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т); 6 - обробка насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т); 7 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 8 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га); 9 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); 10 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 11 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га); 12 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); 13 - обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т); 14 - обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га); 15 - обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га); 16 - обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га).

Економніше використовували вологу сорти льону олійного за обробки насіння біопрепаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з наступним обприскуванням рослин у фазу ВВСН-19 сумішшю Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр (3,0 л/га) та в ВВСН-60 розчином Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га), а також за обробки насіння комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, л/га), Фітовіт (0,05 л/т, л/га) й Аверком^H (0,1 л/т, л/га) та цими ж препаратами рослин у фазу ВВСН-19, що дозволило зменшити коефіцієнта водоспоживання у 2023 р. на 11,7–22,4 %, у 2024 р. – на 17,9–20,5 % та в 2025 р. – на 12,2–22,7 %.

За традиційної технології вирощування льону олійного з внесенням мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин відмічено найбільш економне використання води. Порівняно з варіантом обробки насіння водою коефіцієнт водоспоживання зменшився на 35,1–35,7 % у 2023 р., на 29,3–33,1 % у 2024 р. і на 22,5–25,3 % у 2025 р. Це пов'язано з отриманням вищої врожайності за традиційної технології вирощування культури.

У середньому за роки досліджень при застосуванні мікробіологічних препаратів коефіцієнт водоспоживання сортів 'Орфей' і 'Живинка' становив відповідно 2249–2601 м³/т і 2484–2857 м³/т, а без них – 2670 і 3043 м³/т, або на 69-421 та 186-559 м³/т більше (рис. 4.4).

Серед сортів економніше використовував вологу на формування врожаю насіння 'Орфей', у якого коефіцієнт водоспоживання в середньому по досліді був на 238 м³/т меншим, ніж у сорта 'Живинка'. У цього сорту найбільш ефективно водоспоживання відмічено за обробки насіння та рослин у ВВСН-19 і ВВСН-60 комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, л/га), Фітовіт (0,05 л/т, л/га) й Аверком^H (0,1 л/т, л/га), а також на фоні обробки насіння біопрепаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з наступним обприскуванням рослин у ВВСН-19 сумішшю Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр (3,0 л/га) та в ВВСН-60 розчином Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га) – 2249, 2254 і 2290 м³/т, відповідно, що на 421, 416 і 380 м³/т менше, ніж на контрольному варіанті (обробка насіння водою).

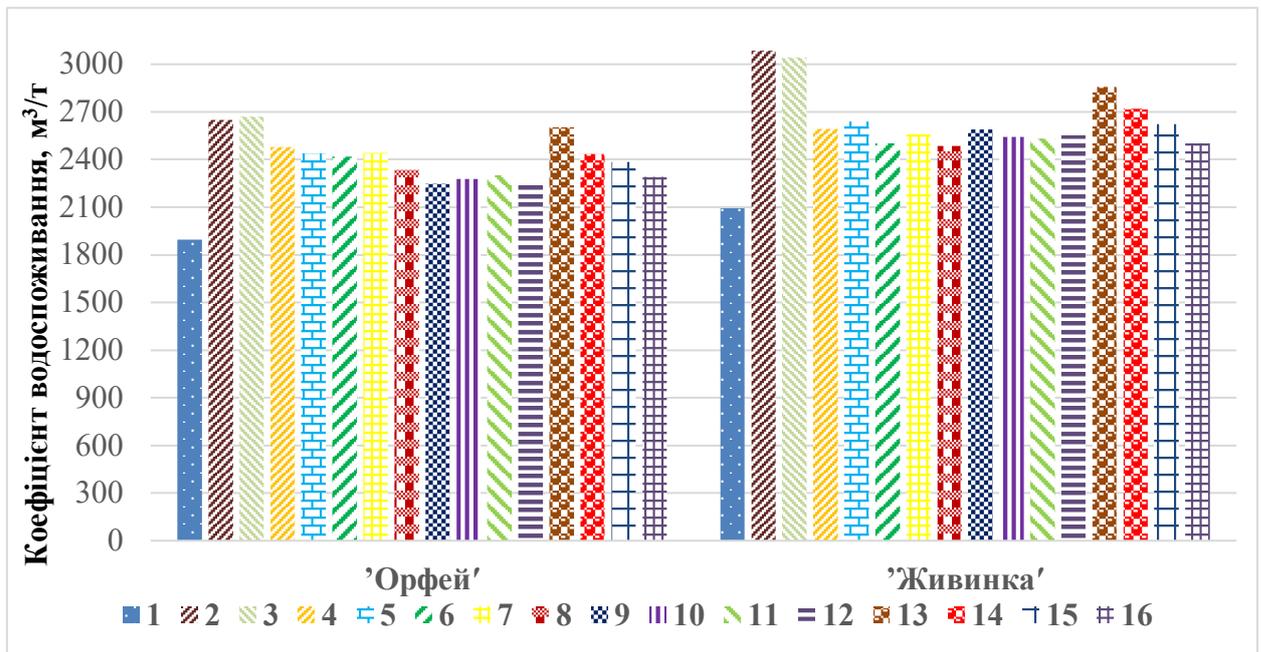


Рис. 4.4. Коефіцієнт водоспоживання сортів льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів (середнє за 2023–2025 рр.), м³/т:

1 - протруювач Супервін (1,5 л/т)+N₄₅+хімзахист; 2 - насіння сухе (без обробки); 3 - обробки насіння водою (контроль); 4 - обробка насіння препаратом *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т); 5 - обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т); 6 - обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^H (0,1 л/т); 7 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 8 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га); 9 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); 10 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 11 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га); 12 - обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^H (0,1 л/га); 13 - обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т); 14 - обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га); 15 - обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га); 16 - обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га).

Сорт 'Живинка' кращі результати також проявив за використання аналогічних комбінацій мікробіологічних препаратів. Так, за обробки насіння та рослин у фазу ВВСН-19 комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, л/га), Фітовіт (0,05 л/т, л/га) й Аверком^H (0,1 л/т, л/га), а також обробки насіння біопрепаратом Екофосфорин (1,0 л/т) та у фазу ВВСН-19 суміш

Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр (3,0 л/га), у ВВСН-60 розчин Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га) коефіцієнти водоспоживання складають 2503, 2484 і 2502 м³/т, відповідно, що на 449, 540 і 541 м³/т менше, ніж за обробки насіння лише водою.

Встановлено дуже високий обернений кореляційний зв'язок між коефіцієнтом водоспоживання та сформованою врожайністю насіння: коефіцієнт кореляції (r) для сортів 'Орфей' та 'Живинка' дорівнював -0,987 і -0,978, відповідно (рис. 4.5).

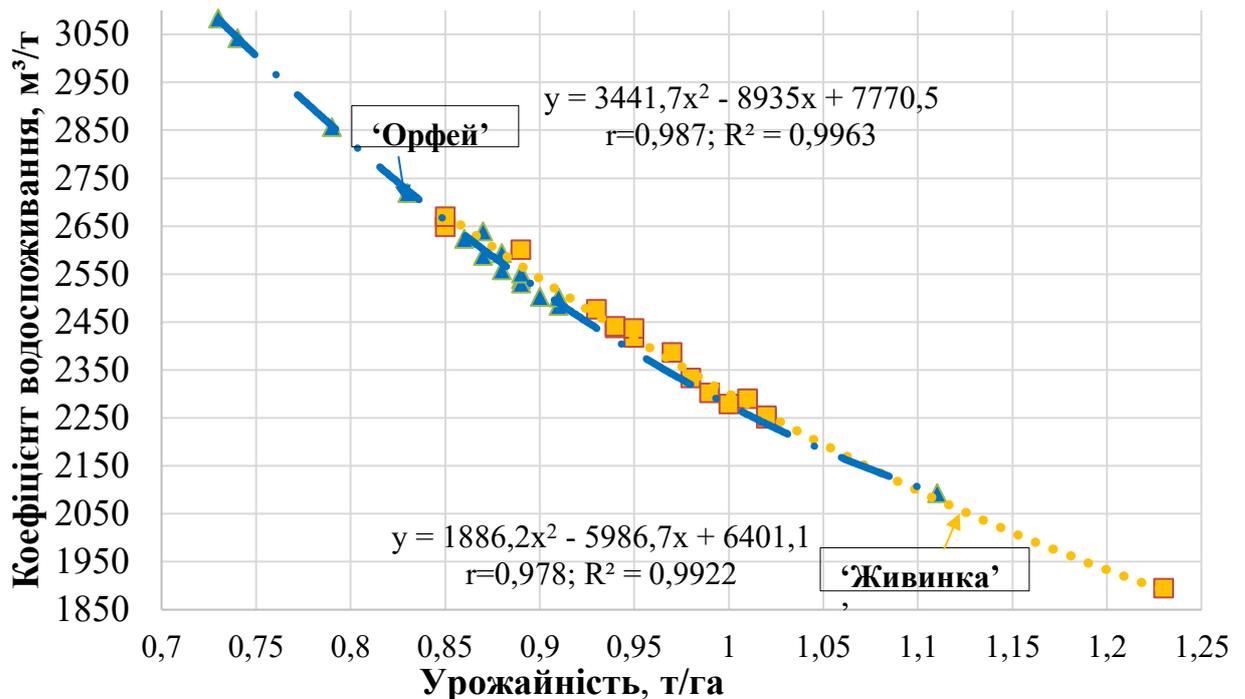


Рис. 4.5. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю насіння та коефіцієнтом водоспоживання льону олійного сортів 'Орфей' і 'Живинка'

Тобто, виявлено практично однакову кореляційно-регресійну залежність між урожайністю насіння та коефіцієнтом водоспоживання сортів льону олійного Орфей і Живинка.

4.2. Поживний режим ґрунту під посівами льону олійного залежно від сорту та мікробних препаратів

Важливою передумовою формування високої продуктивності будь-якої

сільськогосподарської культури є забезпечення рослин оптимальними умовами живлення. У процесі онтогенезу льон олійний засвоює значні кількості макро- та мікроелементів, зокрема азоту, фосфору, калію, кальцію та інших необхідних поживних речовин [16, 17]. Дефіцит будь-якого з цих елементів призводить до уповільнення ростових процесів, порушення розвитку рослин, зниження врожайності та погіршення якості насіння. Тому підтримання достатнього рівня поживного режиму ґрунту є ключовою умовою для забезпечення повноцінного функціонування рослин.

Водночас в умовах органічного землеробства застосування мінеральних добрив не передбачене, що потребує використання альтернативних джерел живлення. Одним з таких є мікробіологічні препарати, які активізують ґрунтову мікрофлору, мобілізують важкодоступні форми елементів живлення та сприяють покращенню трофічного режиму рослин без порушення екологічної рівноваги [18].

На сьогодні агрохімічне оцінювання ґрунтових запасів основних поживних елементів (азоту, фосфору та калію) відіграє ключову роль в оптимізації систем живлення сільськогосподарських культур. Аналіз концентрацій нітратного азоту, рухомого фосфору та обмінного калію дозволяє встановити рівень забезпеченості рослин макроелементами — низький, середній або високий — і, відповідно, коригувати норми внесення мінеральних добрив з урахуванням запланованого врожаю [19].

У багатьох дослідженнях агрохіміків встановлено порогові концентрації: наприклад, нітратний азот понад 40–50 мг/кг ґрунту, рухомий фосфор у межах 26–30 мг/кг та обмінний калій більше 200 мг/кг ґрунту, за яких інколи вважають можливим відмовитися від внесення додаткових мінеральних добрив [20].

Проте більшість класичних агрохімічних порогів були розроблені в контексті інтенсивних (мінеральних) систем землеробства. У випадку органічного вирощування, зокрема льону олійного на півдні України, дані про поживний режим ґрунту залишаються недостатньо дослідженими. Органічні системи мають специфічну динаміку поживних речовин: частина НРК

надходить з мінералізації органічної речовини, частина – з біологічних джерел, і доступність елементів може бути обмежена в критичні фази росту культури.

Наші дослідження засвідчили, що в період появи сходів у контрольному варіанті вміст нітратів у шарі ґрунту 0–20 см становив у середньому 5,55–11,22 мг/кг, що є недостатнім для забезпечення повноцінного росту та розвитку рослин льону олійного. Водночас концентрації рухомих форм фосфору та калію залишалися на високому рівні – відповідно 80,66–90,66 та 338–360 мг/кг ґрунту, що свідчить про достатнє забезпечення рослин цими елементами навіть за відсутності їхнього додаткового внесення (табл. 4.4) [21].

За традиційної технології вирощування льону олійного внесення азотних добрив сприяло підвищенню вмісту рухомих форм азоту в ґрунті та покращувало азотне живлення рослин порівняно з неудобреним (контрольним) варіантом. Зокрема, у фазі «сходів» у сортів Орфей і Живинка в шарі ґрунту 0–20 см у контрольному варіанті вміст нітратів становив 5,55 мг/кг, тоді як за внесення азоту в дозі N_{30} він зростав до 11,22 мг/кг, тобто у 2 рази. Підвищений вміст нітратів у варіантах з удобренням зберігався як у шарі 0–20 см, так і 20–40 см протягом усієї вегетації.

Відмінності в поживному режимі між контрольним варіантом та варіантами із застосуванням мікробіологічних препаратів свідчать про користь останніх і, також, фіксувалися протягом усієї вегетації, особливо у верхньому (0–20 см) шарі ґрунту.

Результати ґрунтових аналізів у різні фази розвитку культури показали, що поживний режим ґрунту під посівами льону олійного є динамічним і зазнає істотних змін. Найбільш мінливим виявився азотний режим. Максимальні концентрації нітратів у всіх досліджуваних шарах ґрунту спостерігалися у фазі «сходів», тоді як мінімальні – у період дозрівання насіння, що свідчить про активне поглинання азоту рослинами. Від фази «сходів» до «бутонізації» на всіх варіантах дослідів відбувалося зниження вмісту нітратів у зв'язку з інтенсивним наростанням біомаси та споживанням елементів живлення.

Таблиця 4.4

Вміст NO₃-N у ґрунті під посівами льону олійного залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, мг/кг ґрунту (середнє за 2023–2025 рр.)

Сорт (А)	Назва варіанту (В)	Шар ґрунту, см	Період визначення				
			сходи	ялинка	бутонізація	дозрівання	
NO ₃ -N							
Орфей	Контроль (обробка насіння водою)	0-20	5,55	3,44	2,71	2,15	
		20-40	4,72	2,82	1,63	1,31	
	Обробка насіння препаратами Bacillus sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)	0-20	5,55	3,45	3,09	3,11	
		20-40	4,72	2,81	1,86	1,18	
	Обробки насіння Bacillus sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)+ВВСН-19 Bacillus sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)+ВВСН-60 Bacillus sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)	0-20	5,55	3,45	3,19	2,65	
		20-40	4,72	2,81	2,15	1,53	
	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	0-20	5,55	3,61	2,87	2,57	
		20-40	4,72	2,82	2,17	1,15	
	N ₃₀	0-20	11,22	4,72	3,52	3,37	
		20-40	4,20	4,32	2,52	2,05	
	Живинка	Контроль (обробка насіння водою)	0-20	5,55	3,27	2,34	1,86
			20-40	4,72	3,02	1,69	1,57
Обробка насіння препаратами Bacillus sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)		0-20	5,55	3,33	2,30	2,16	
		20-40	4,72	3,29	1,40	1,27	
Обробки насіння Bacillus sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)+ВВСН-19 Bacillus sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)+ВВСН-60 Bacillus sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)		0-20	5,55	3,33	3,23	2,74	
		20-40	4,72	3,29	1,99	1,24	
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)		0-20	5,55	3,20	2,47	2,11	
		20-40	4,72	3,12	1,84	1,15	
N ₃₀		0-20	11,22	4,21	3,42	3,35	
		20-40	4,20	3,26	2,37	1,54	
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$			5,65±0,90	3,38±0,23	2,44±0,28	2,00±0,34	
V.%			34,75	15,17	25,58	37,34	

Так, у сорту Орфей у контрольному варіанті кількість нітратів у шарах 0–20 і 20–40 см зменшилася з 5,55 і 4,72 до 2,71 і 1,63 мг/кг, або на 51,2 і 65,5 %, відповідно.

У сорту Живинка зменшення становило 57,8 і 64,2 %. За використання мікробних препаратів у цей період зниження коливалося в межах 41,8–58,6 % у шарі 0–20 см та 54,0–70,3 % у шарі 20–40 см. На фоні удобрення N_{30} у сорту Орфей вміст нітратів знижувався з 11,22 до 3,52 мг/кг у шарі 0–20 см та з 4,20 до 2,52 мг/кг у шарі 20–40 см (зменшення на 68,6 і 40,0 % відповідно), а у сорту Живинка – на 69,5 і 43,6 %.

У період від «бутонізації» до повної стиглості насіння інтенсивність зниження вмісту нітратів зменшувалася, що пов'язано з переходом рослин до фази дозрівання. У контрольному варіанті сорти Орфей і Живинка демонстрували схожу динаміку: у шарі 0–20 см вміст нітратів зменшувався на 20,7 і 20,5 %, у шарі 20–40 см – на 19,6 і 7,1 %, відповідно. Натомість у варіантах із застосуванням мікробних препаратів, особливо Екофосфोरину дворазово у поєднанні з Біоспектром БТ і Метаризином БТ та триразовою баковою сумішшю *Bacillus* sp. 4, Фітовіт і Аверком^Н, загальний вміст нітратів у шарі 0–40 см продовжував зменшуватися більш інтенсивно, що вказує на підвищення доступності поживних елементів у ґрунті.

У контрольних варіантах вміст нітратів залишався найнижчим протягом усієї вегетації, що негативно позначалося на рості та розвитку рослин льону олійного.

На відміну від нітратного азоту, вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію на всіх варіантах живлення протягом періоду від сходів до дозрівання залишався стабільно високим, без чітко вираженої динаміки (Додатки Л.1-Л.2). Лише в окремі фази розвитку спостерігали незначне підвищення їхніх концентрацій у ґрунті за умов застосування мікробіологічних препаратів, зокрема Екофосфोरину (двократне внесення) у поєднанні з Біоспектром БТ і Метаризином БТ, а також триразового внесення бакової суміші *Bacillus* sp. 4, Фітовіт і Аверком^Н. Така тенденція,

ймовірно, пов'язана передусім із покращенням азотного живлення рослин льону олійного під впливом біопрепаратів, що могло опосередковано сприяти більш ефективному проходженню ґрунтових процесів та накопиченню фосфору й калію.

4.3 Чисельність мікроорганізмів у ризосфері сортів льону олійного за використання мікробних препаратів

Мікробіоценози фітосфери відіграють вирішальну роль у захисті рослин від патогенів і шкідників, стимулюванні росту та підвищенні продуктивності, а також сприянні адаптаційним перевагам, оскільки здатні швидко пристосовуватись до умов біотичних та абіотичних стресів [22–25].

Мутуалістичні асоціації, що виникають завдяки взаємозв'язкам між рослиною-хазяїном і мікроорганізмами, вважаються ефективним і стійким засобом покращення розвитку рослин та нейтралізації негативних наслідків різних стресових факторів [26, 27].

Вагома роль у підтримці фізіологічного гомеостазу і здоров'я рослин належить ендofітам – мікроорганізмам, які населяють ендосферу рослин, живуть у тканинному середовищі та виконують специфічні для симбіозу функції, такі як синтез вторинних метаболітів або сигнальних молекул, що функціонують як внутрішні та зовнішні стимули під час мутуалістичної взаємодії [28, 29, 30]. Вони синтезують біологічно активні сполуки, включаючи стимулятори росту рослин, антиоксиданти, ферменти, антибіотики, фітонциди, інсектициди, і мають величезний потенціал для застосування в сільському господарстві [31]. Крім того, ендofітні мікроорганізми можуть бути невід'ємною частиною кореневої зони, доповнюючи спектр корисної мікробіоти ризосферного ґрунту [32].

Привертають увагу дослідження, які пов'язують стійкість сільського господарства з бактеріальними мікробіомами. Особливо актуальними є дослідження, присвячені розробці агробіотехнологій з використанням

комплексних мікробних препаратів зі стресопротекторними функціями.

Нами досліджено вплив нових комплексних біопрепаратів та їх композицій на динаміку кількості мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп у кореневій зоні сортів Живинка та Орфей у різних фазах онтогенезу льону та у різних горизонтах його ризосфери (0-20 см та 20-40 см).

Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп у ризосферному ґрунті визначали методом посіву ґрунтових суспензій на відповідні агаризовані поживні середовища та виражали кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) у 1 г абсолютно сухого ґрунту (АСГ) [33].

В результаті мікробіологічних досліджень встановлено суттєвий стимулювальний вплив досліджуваних біопрепаратів на розвиток у кореневій зоні льону агрономічно корисних мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації азоту, фосфору та гумусових сполук.

У ризосфері льону сорту Живинка найбільшу біологічну активність ґрунту у верхньому горизонті в фазі «ялинка» спостерігали в варіантах з передпосівною обробкою насіння препаратом ендоефітних бактерій *Bacillus* sp.4 (варіант 4), подвійною композицією *Bacillus* sp.4+Фітовіт (варіант 5) та Екофосфорином (варіант 13) (табл. 4.5).

При цьому кількість олігоазототрофних і азотфіксувальних бактерій, які покращують азотний баланс ґрунту за рахунок біологічного азоту, у 2023 р. та в середньому за 2023–2024 рр. зростала порівняно з контрольними показниками в 1,7–10,6 і 1,1–2,8 рази; амоніфікувальних, здатних засвоювати органічні форми азоту, – в 2,0–2,6 і 1,6–1,9 рази; амілолітичних, що засвоюють мінеральні форми азоту, – в 1,2–2,3 і 1,2–3,2 рази. Чисельність фосфатмобілізувальних мікроорганізмів зростала у цих варіантах в 1,5–2,8 і 1,1–1,4 рази, відповідно.

Слід зазначити, що у цій початковій фазі онтогенезу в усіх варіантах з біопрепаратами в обох досліджених горизонтах ризосфери льону Живинка значно зростала представленість групи педотрофних мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації водорозчинних гумусових сполук.

Кількість мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у ризосферному ґрунті льону сорту Живинка в фазу «ялинки», млн КУО на грам АСГ

Варіант	Горизонт (см)	Педотрофні	Амілітичні	Амоніфікувальні	Олігозотрофні та азотфіксувальні	Фосфатмобілі- зувальні
(2023 р.)						
3	0-20	51,5±3,9	19,8±4,7	43,4±6,3	26,09±1,5	15,5±0,7
	20-40	75,5±1,6	28,7±0,8	33,9±4,1	53,7±1,6	30,7±3,2
4	0-20	117,0±1,5	23,7±2,3	112,5±30,2	44,4±3,9	39,6±3,9
	20-40	122,5±0,8	32,7±2,4	42,3±6,5	34,6±1,6	17,9±3,2
5	0-20	315,5±15,2	272,4±3,2	88,1±0,8	276,8±62,2	23,7±6,5
	20-40	166,6±12,4	22,6±0,8	45,3±1,6	42,1±0,8	22,6±4,1
13	0-20	354,6±5,5	45,9±3,1	88,8±13,5	77,0±4,7	44,1±5,5
	20-40	204,4±4,8	3,8±0,7	23,3±1,4	11,6±3,5	6,6±1,4
середні значення за 2023-2024 рр.						
3	0-20	110,6	69,5	69,6	71,5	31,6
	20-40	49,6	30,8	38,0	48,8	29,6
4	0-20	154,4	114,0	112,4	85,4	44,7
	20-40	77,0	31,5	42,5	34,8	28,2
5	0-20	266,1	225,9	116,3	198,4	34,5
	20-40	106,6	23,5	39,8	47,8	32,9
13	0-20	315,7	82,3	135,4	113,5	45,3
	20-40	118,7	14,1	66,8	31,9	16,9

Примітка: 3 – контроль з обробкою насіння водою; 4 – обробка насіння препаратом *Bacillus* sp.4; 5 – *Bacillus* sp.4 + Фітовіт; 13 – Екофосфорин.

При дослідженні мікробіоценозу верхнього шару ризосферного ґрунту льону сорту Орфей встановлено, що у фазі «ялинки» найбільш чисельною була група педотрофних мікроорганізмів у варіанті з потрійною композицією *Bacillus* sp.4+Фітовіт+Аверком (варіант 6): кількість цих мікроорганізмів

переважала показник контрольний варіант у 6,2 і 1,5 рази (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Кількість мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у ризосферному ґрунті льону сорту Орфей у фазу «ялинки», млн КУО на грам АСТ

Варіант	Горизонт (см)	Педотрофі	Аміліотичні	Амоніфікувальні	Олігозаотрофі та азотфіксувальні	Фосфатмобілізувальні
2023 р.						
3	0-20	23,9±2,2	56,7±5,2	140,9±2,9	27,4±5,2	15,2±3,0
	20-40	455,2±61,5	491,6±3,8	579,5±57,2	10,3±2,3	9,09±1,9
4	0-20	34,4±0,6	44,5±5,2	26,02±2,2	45,6±5,4	13,3±8,1
	20-40	465,8±28,8	289,3±67,0	76,5±3,1	15,7±1,5	10,3±0,7
5	0-20	61,8±2,9	41,4±3,7	58,3±4,2	23,9±0,7	11,6±2,4
	20-40	195,2±3,8	282,3±68,5	357,4±1,8	18,6±0,7	7,8±0,7
6	0-20	148,7±2,9	57,5±3,7	40,6±7,4	19,7±4,4	18,01±3,7
	20-40	26,08±1,5	39,1±4,1	646,9±18,5	9,1±0,7	10,9 ±1,2
13	0-20	67,3±6,1	72,03±13,6	28,9±2,2	49,5±1,5	14,1±1,5
	20-40	27,8±2,3	170,1±20,1	34,02±3,9	8,6±1,5	5,5±0,7
середні значення за 2023-2024 рр.						
3	0-20	105,6	93,9	158,1	105,9	20,4
	20-40	245,3	258,2	301	13,4	10,7
4	0-20	134,1	133,4	97,9	118,4	18,8
	20-40	285,6	166,2	52,5	17,4	15,5
5	0-20	148,6	127,3	104,6	150,3	18,3
	20-40	112,4	155,4	189,4	20,6	10,5
6	0-20	155,4	116,6	96,4	61,4	20,5
	20-40	17,2	35,6	338,0	13,5	15,0
13	0-20	183,8	132,5	81,4	82,9	13,6
	20-40	31,0	104,6	27,5	18,7	11,8

Примітка: 3 – контроль з обробкою насіння водою; 4 – обробка насіння препаратом *Bacillus* sp.4; 5 – *Bacillus* sp.4 + Фітовіт; 6 – *Bacillus* sp.4 + Фітовіт + Аверком; 13 – Екофосфорин.

У варіантах з *Bacillus* sp.4, *Bacillus* sp.4+Фітовіт (варіанти 4 і 5) та Екофосфорином (варіант 13) кількість мікроорганізмів цієї групи переважала величину контролю (обробкою насіння водою) в 1,4, 2,6 і 2,8 рази в 2023 р. та 1,3, 1,4 і 1,7 рази в середньому за 2023–2024 рр., відповідно. У нижньому горизонті найбільшу кількість педотрофів спостерігали у варіанті з інокуляцією препаратом ендоефітного штаму *Bacillus* sp.4.

Ризосферний ґрунт льону сорту Орфей у варіантах з *Bacillus* sp.4 та Екофосфорином характеризувався найбільшою представленістю групи олігоазототрофних та азотфіксувальних мікроорганізмів (майже вдвічі більше контролю).

У нижньому шарі ризосферного ґрунту відбувалась активізація розвитку діазототрофів у варіантах з ендоефітним штамом і з сумісним його застосуванням з Фітовітом (в 1,5 та 1,8 рази порівняно з контролем), а також амоніфікувальних – у варіанті з комбінованим трьохкомпонентним препаратом.

Виявлено, що варіант із застосуванням препарату ендоефітних бактерій на ранньому етапі онтогенезу льону сорту Орфей відрізнявся найкращим розвитком азотфіксувальних і педотрофних мікроорганізмів в обох досліджених горизонтах ризосферної зони.

У фазу цвітіння льону олійного сорту Живинка виявлено найбільшу чисельність педотрофів і амілолітиків верхнього горизонту зони ризосфери у варіантах з ендоефітом та комбінованим препаратом, а також за двократної обробки (насіння і вегетуючих рослин) комбінованим препаратом та Екофосфорином. Особливо збагаченою корисною мікробіотою виявилась ризосфера рослин у варіанті з двократним застосуванням комбінованого біопрепарату. У середньому за 2023–2024 рр. кількість оліготрофів і педотрофів при цьому переважала контрольну величину в 1,2 рази, амоніфікаторів – в 1,7 рази, амілолітиків – в 1,4 рази, фосфатмобілізувальних – 2,2 рази (Додаток М.1).

У нижньому горизонті спостерігали активізацію розвитку діазототрофів у

варіантах з інокуляцією насіння культурою ендofітного штаму, бінарним препаратом і у двох варіантах з обприскуванням вегетуючих рослин – в 1,6-2,6 рази у 2023 р.

Характерною рисою мікробіоценозів ризосфери льону сорту Орфей був активний розвиток олігоазототрофних та азотфіксувальних мікроорганізмів у нижньому горизонті кореневої зони в фазу цвітіння у всіх варіантах із застосуванням мікробних препаратів (Додаток М.2).

У фазу дозрівання льону олійного сорту Живинка також більш активно розвивалась мікробіота нижнього шару (20–40 см) ризосферного ґрунту. При цьому кількість педотрофів переважала контрольні величини у варіантах з подвійною і потрійною композиціями, відповідно, в 1,35 і 1,44 рази, амілолітиків – в 1,7 та в 2,0 рази, амоніфікаторів – в 1,2 і 1,4 рази (Додаток М.3). Чисельність діазототрофів була більшою, ніж у контрольному варіанті, у всіх дослідних варіантах, а найбільші показники спостерігали у варіантах з потрійною композицією і з двократною обробкою Екофосфорином, де даний показник перевершував контрольний у 1,7 та 1,55 разів відповідно. У цих варіантах у 2023 р. більш представленою була також група целюлозоруйнівних мікроорганізмів, – на 21,4 та 14,3% відносно контролю.

Збільшення чисельності корисної мікробіоти у більш глибокому шарі ризосферного ґрунту свідчить про кращий розвиток кореневої системи рослин льону і додаткові резерви фонду поживних речовин і біологічно активних сполук у кореневій зоні, що сприяло активізації росту, більшій стресостійкості рослин і формуванню більшого врожаю за несприятливих посушливих умов культивування.

Висновки до розділу 4.

1. У балансі сумарного водоспоживання льону олійного сортів ‘Орфей’ і ‘Живинка’ за вирощування в органічній сівозміні після пшениці озимої частка ґрунтової вологи складала 55,2–55,8 %, а корисних опадів – 44,2–44,8 %. Використання мікробіологічних препаратів збільшувало величину сумарного водоспоживання на 26–55 м³/га у сорту ‘Орфей’ і на 10–46 м³/га – у сорту

‘Живинка’. Проте за рахунок вищої продуктивності більш економічне витрачалась волога на формування 1 т врожаю насіння сортами ‘Орфей’ і ‘Живинка’: відповідно 2249–2601 м³/т і 2484–2857 м³/т, а без них – 2670 і 3043 м³/т, або на 69–421 та 186–559 м³/т більше. 2484–2857 м³/т, а без них – 2670 і 3043 м³/т, або на 69–421 та 186–559 м³/т більше.

2. У контрольних варіантах вміст нітратів залишався найнижчим протягом усієї вегетації, що негативно позначалося на рості та розвитку рослин льону олійного.

На відміну від нітратного азоту, вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію на всіх варіантах живлення протягом періоду від сходів до дозрівання залишався стабільно високим, без чітко вираженої динаміки

3 Збільшення чисельності корисної мікробіоти у ризосферному шарі ґрунту є підставою для розробки біотехнологій підвищення продуктивності льону олійного із застосуванням комплексних мікробних препаратів зі стресопротекторними та фітостимулювальними функціями на неполивних землях півдня України.

За матеріалами розділу опубліковано три наукових праці [14, 15, 21].

Список використаних джерел по розділу 4

1. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Минкін М.В., Минкіна А.О. Ефективність використання води рослинами льону олійного залежно від водозабезпеченості. *Таврійський науковий вісник*, 2005. 41, С. 3–8.

2. Рудік О.Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку сортів льону в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. 98. С. 113–121.

3. Полякова І. О. Поляков О. І. Перспектива вирощування льону олійного. *Агровісник України*. К. : ТОВ "Хімагромаркетинг". 2006. № 10. С. 39–40.

4. Писаренко В. А. Зрошення і клімат. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2007. Вип. 48. С. 107–112.
5. Адамень Ф. Ф., Рудік О. Л. Кримський льон. Історія і біологія культури. Сімферополь. 2012. 72 с.
6. Cui, H.Y., Hu, F.L., Xu, W.C., Niu, J.Y., Fang, Z.S. (2014). Effects of different organic manures on soil moisture, dry matter production and yield of oil flax. *Chin. Soils Fert.* 5. 59–64, <https://doi.org/10.11838/sfsc.20140512>
7. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Минкін А.О. Водоспоживання і ефективність використання води при вирощуванні льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант. 2003. 27. С. 16–18. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/2921?show=full>
8. Адамень Ф.Ф., Лазер П.Н., Рудік О.Л., Петракова О.І. Вплив строків сівби та норми висіву на врожайність і водоспоживання льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. 2012. 81. С. 14–18. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/81_2012/5.pdf
9. Рудік О.Л. Динаміка водного режиму ґрунту під час вирощування льону олійного на неполивних і зрошуваних землях півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. 103. С. 117–123
10. Зелінський Ю.А. Вплив факторів вирощування на водоспоживання сортів льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. Видавничий дім «Гельветика». 2025. 30. 270–276 <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.37>
11. Shevchenko, I., Polyakov, O., Kaminski, Jan R. (2019). Influence of basic soil cultivation methods and growth stimulants on moisture availability of oilseed crops. *Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine*. 24 (38). 244–251. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24\(38\)-25](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-25)
12. Гамаюнова В.В., Задирко Р.В. Вплив обробки насіння та ресурсоощадного живлення на водоспоживання льону олійного в умовах

Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. 22. С. 186– 192.
<https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2023.22.29>

13. Оккерт А.В., Поляков О.І., Нікітенко О.В. Водоспоживання льону олійного під впливом регуляторів росту рослин за різних способів основного обробітку ґрунту в умовах Південного Степу України. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2024, вип. 2. С. 53–66.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14609855>

14. **Мельник М.А.**, Заєць С.О., Вольвач О.В. Вплив мікробіологічних препаратів на водоспоживання сортів льону олійного. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «*Ротмістровські читання частина 2: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату*». (25 вересня 2025 р., м. Одеса). Одеса. Одеська ДСДС ІКОСГ НААН. 2025. С. 137-142. DOI:
<https://www.doi.org/10.32782/25092025>

15. Заєць С.О., **Мельник М.А.**, Юзюк С.М., Онуфран Л.І. Водоспоживання льону олійного залежно від сорту та застосування мікробіологічних препаратів *Аграрні інновації*. 2025. № 32. С. **у друзі**

16. Stavropoulos, P., Mavroeidis, A., Folina, A., Roussis, I., Kallergi, S., Karydogianni, S., Papadopoulou, G., & Kakabouki, I. (2025). Effects of Plant Density and Fertilization on Agronomic Traits and Yield of Flax (*Linum usitatissimum* L.). *Plants*. 14(18), 2891. <https://doi.org/10.3390/plants14182891>

17. Malimbayeva A, Amangaliyev B, Zhusupbekov E, Oshakbayeva Z, Soltanayeva A, Sagimbayeva A, Rustemova K and Batyrbek M, 2025. Foliar fertilization enhances oil flax yield and quality in semi-arid rainfed zones. *International Journal of Agriculture and Biosciences* 14(6): 1261-1270.
<https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2025.141>

18. Khristenko, A. O., Lisovyi, M. V., & Volosheniuk, O. P. (2025). Trophic level of arable soils of Ukraine and promising directions for optimizing nutrition of agricultural crops in modern conditions (expert analysis). *AgroChemistry and Soil*

Science. 98, 69-83. <https://doi.org/10.31073/acss98-05>

19. Лісовий М.В. Підвищення ефективності мінеральних добрив. К.: Урожай, 1991. 120 с.

20. Філіп'єв І.Д., Гамаюнова В.В. Нове у застосуванні добрив на зрошуваних землях. *Зрошуване землеробство*. 1998. Вип.41. С.20-25.

21. **Мельник М.А., Заєць С.О., Куліджанов Е.В.** Вплив мікробних препаратів на вміст макроелементів в ґрунті під посівами льону олійного в системі органічного землеробства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції: *Технологічні інновації та природоохоронні рішення для здоров'я ґрунту*. присвяченій Всесвітньому Дню ґрунту 2025 (м. Одеса 5 грудня 2025 року). Одеса. ІКОСГ НААН. ОНУ ім. І.І. Мечникова. 2025. С. (Друк)

22. Berg G, Rybakova D, Grube M, Köberl M. The plant microbiome explored: implications for experimental botany. *Journal of Experimental Botany*, 2016. 67(4). 995-1002. doi: 10.1093/jxb/erv466.

23. Mendes R, Garbeva P, Raaijmakers JM. The rhizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiology Reviews*. 2013. 37(5). 634-663. doi: 10.1111/1574-6976.12028.

24. Biliavska L.O., Tsygankova V.A., Kozyriska V.E. et. al. Application of new microbial plant resistance/plant growth protection inducers for increasing Chinese cabbage plant tolerance against parasitic nematodes *Heterodera schachtii* Schmidt. *International Journal of Research in Biociences*. 2016. 5(2). 64-82.

25. Волкогон В. В., Москаленко А.М., Дімова С.Б. [та ін.] Мікробні препарати в технологіях вирощування сільськогосподарських культур як чинник регулювання активності процесу денітрифікації. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. Вип. 29. С. 3-11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2019_29_3.

26. Compant, S., Samad, A., Faist, H., & Sessitsch, A. (2019). A review on the plant microbiome: Ecology, functions, and emerging trends in microbial

application. *Journal of advanced research*, 19, 29–37.
<https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.03.004>

27. Локоть, О., & Корнута, Ю. Мікробні препарати у технологіях вирощування льону-довгунця. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2008. 7. 109-114. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.7.109-114>

28. Strobel G. A. (2003). Endophytes as sources of bioactive products. *Microbes and infection*, 5(6), 535–544. [https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(03\)00073-x](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(03)00073-x)

29. Kaul, S., Gupta, S., Ahmed, M., & Dhar, M. K. (2012). Endophytic fungi from medicinal plants: a treasure hunt for bioactive metabolites. *Phytochemistry reviews*, 11(4), 487-505. <https://doi.org/10.1007/s11101-012-9260-6>

30. Iutynska G.O., Yamborko N.A. Biological Plant Protection in the European Union (in Germany as an Example). *Mikrobiol. j.* 2024. 86(3). 76-87. doi.org/10.15407/mikrobiolj86.03.076

31. Бородай В.В., Козлова С.О., Ліханов А.Ф., Шеметун К.І., Ткаленко Г.М., Гораль С.В. Біологічна активність ендofітних мікроорганізмів за вирощування *Cucumis sativus* L. в умовах закритого ґрунту. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Частина 1. (Україна, Київ, 7–8 липня 2022 р.). Київ. 2022. С.41-44

32. Іутинська Г. О., Голобородько С. П., Титова Л. В., Дубинська О. Д. Вплив комплексної ендofітно-ризобіальної інокуляції на ризосферну мікробіоту та продуктивність сої. *Мікробіологічний журнал*. 2019. Т. 81, № 6. С. 3-15. URL: <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001056914>

33. Визначення біологічної активності ґрунтів, постраждалих від воєнних дій: методичні рекомендації / Білявська Л. О., Іутинська Г. О., Скроцький С. О., Титова Л. В., Леонова Н. О., Хоменко Л. А., Лобода М. І., Рожкова Т. О., Василюк О. М. Київ: АРТ-МІЛЛ. 2023. 70 с.

РОЗДІЛ 5

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОРТІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ

5.1 Формування елементів продуктивності сортів льону олійного залежно від досліджуваних чинників

В Україні, як і в усьому світі, триває пошук нових ефективних методів органічного живлення та боротьби з шкідниками та хворобами культур, а також методів підвищення врожайності за допомогою біологічних препаратів [1]. Результати наукових робіт вказують на значний потенціал мікробіологічних засобів у підвищенні стійкості рослин до стресових факторів і покращенні показників продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема льону олійного. За результатами досліджень Сябрук Т.А. та ін. [2] використання біологічних препаратів сприяло найбільшому позитивному впливу на формування елементів продуктивності льону олійного порівняно з контрольним варіантом, що в кінцевому результаті забезпечило найвищу врожайність за передпосівного оброблення насіння органічним добривом Біогель 0,99 т/га та мікробіологічним препаратом Екофосфорин 0,86 т/га.

Передпосівне застосування біостимулятора Фітостим на льону олійному, завдяки зростанню кількості коробочок на рослині та маси 1000 насінин, дозволило підвищити врожайність на 21%, а обприскування посівів - на 17% [3].

Польові випробування, що були проведені в Польщі із сортом льону олійного Букоз свідчать про отримання крупнішого насіння в органічних господарствах, у яких маса 1000 насінин порівняно з масою в традиційному землеробств була більшою [4].

Дослідженнями в Індії встановлено, що комбіноване застосування органічних та біологічних добрив (комплекс мікробних штамів) сприяють

більш ефективному впливу як на кількісні, так і якісні показники структури врожаю, порівняно з окремим їх застосуванням. Це сприяло посиленню вегетативного росту рослин і формуванню вищого загального врожаю насіння [5].

Слід відмітити, що комплексні препарати мікробіологічного походження є важливим інструментом у сучасному агрономічному виробництві, особливо у вирощуванні культур, таких як льон олійний. Ці препарати можуть бути корисними для оптимізації умов росту рослин, підвищення їх стійкості до стресових факторів, покращення засвоєння поживних речовин та зменшення потреби у хімічних добривах.

Наукові праці, зокрема роботи вчених з України та закордону, демонструють перспективи використання мікробіологічних комплексів для поліпшення врожайності та якості льону олійного [6, 7, 8]. Однак, питання використання мікробіологічних препаратів в агрономії, зокрема для льону олійного, потребує більш детальних досліджень, оскільки більшість сучасних робіт в основному зосереджена на загальних аспектах використання біопрепаратів у сільському господарстві, а спеціалізовані дослідження у напрямку оптимізації агротехнологій при вирощуванні льону олійного в системі органічного землеробництва все ще є обмеженими.

Результати наших досліджень свідчать, що в середньому за 2023-2025 рр. використання мікробних препаратів позитивно вплинуло на зміни елементів структури врожаю [9, 10]. Так, інокуляція насіння сорту 'Орфей' препаратами *Bacillus* sp.4 та Екофосфорин (*Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*) сприяла збільшенню кількості коробочок на одній рослині на 0,3 та 0,3 шт., а кількості насінин сформованих рослиною на 2,1 та 2,2 шт. (табл. 5.1).

Оброблення вказаними препаратами насіння сорту харчового напрямлення 'Живинка' також збільшувало кількість коробочок і насінин на одній рослині – на 0,2 та 0,4 шт. і 4,7 та 1,8 шт., відповідно

Таблиця 5.1

**Кількість коробочок і насінин на одній рослині льону олійного
залежно від сорту та мікробних препаратів (середня за 2023–2025 рр.)**

Назва препаратів (фактор В)	Кількість коробочок на рослині, шт.		Кількість насінин на одній рослині, шт.	
	сорти (фактор А)			
	‘Орфей’	‘Живинка’	‘Орфей’	‘Живинка’
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	6,9	6,6	56,1	55,7
Насіння сухе (без обробки)	5,6	6,1	40,2	38,3
Обробки насіння водою (контроль)	6,0	6,1	40,0	38,6
Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	6,3	6,3	42,1	43,3
Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	6,6	6,5	41,8	41,9
Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком ^Н (0,1 л/т)	6,6	6,7	40,8	44,8
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	6,6	6,9	40,4	42,9
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	6,5	6,7	42,2	43,8
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	6,7	6,8	43,7	41,6
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	6,6	6,9	42,8	42,9
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	6,9	6,8	42,4	43,3
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	6,9	6,9	42,8	42,9
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	6,3	6,5	42,2	40,4
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	6,7	6,6	43,4	41,2
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	6,8	6,6	44,0	42,4
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	6,8	6,7	44,9	44,7
НІР ₀₅ , шт.	0,2		2,5	

Більш ефективним у формуванні коробочок на обох сортах було оброблення насіння бактеріями *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium* (Екофосфорин 1,0 л/т), а в збільшенні насінин - *Bacillus* sp.4. Оброблення насіння льону разом *Bacillus* sp.4 з препаратом Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) призводило, порівняно з контролем, до зростання на сортах 'Орфей' і 'Живинка' кількості коробочок на 10,0 і 6,6 %, але не впливало на формування кількості насінин. Додавання до вказаних мікробних препаратів Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза) лише на сорті 'Живинка' забезпечило позитивний ефект, при цьому кількість коробочок зросла на 9,8 % і насінин на 16,1 %.

На фоні оброблення насіння мікробними препаратами обприскування ними рослин у різні фази росту та розвитку збільшувало кількість коробочок, тоді як на кількість насінин впливу не виявлено. Високу ефективність мало триразове застосування *Bacillus* sp.4 + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза), за якого кількість коробочок на рослині зростала до найвищих у досліді значень – 6,9 шт. або 15,0 % на сорті 'Орфей' та 13,1 % на сорті 'Живинка'.

У випадку дворазового застосування Екофосфору (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) та порівняно з контрольним варіантом (обробка лише водою) відбувалось зростання кількості коробочок і насінин з рослини у сорту 'Орфей' на 11,7 і 8,5 %, а в сорту 'Живинка' – на 8,2 і 6,7 %. У подальшому на вказаному фоні за внесення препаратів Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) і Метаризин БТ (*Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) спостерігалась тенденція до зростання кількісних показників структури врожаю. Проте варто відмітити, якщо на сортах 'Орфей' і 'Живинка' використання мікробних препаратів у фази «ялинки» (ВВСН-19) та «бутонізації» (ВВСН-60) майже не впливало на кількість коробочок, тоді як збільшувало кількість насінин на 3,8 і 9,1 %, відповідно.

За традиційної технології вирощування льону олійного з використанням хімічних препаратів кількість коробочок не перевищувала кращі варіанти з мікробними препаратами, але, порівняно з контрольним варіантом, значно зростала кількість насінин на одній рослині – до 40,2 % у сорту ‘Орфей’ і 44,3 % у сорту ‘Живинка’.

Дещо крупнішим формувалось насіння в сорту ‘Орфей’, у якого в середньому по досліді маса 1000 насінин становила 6,00 г, що на 0,04 г більше ніж у сорту ‘Живинка’ (табл. 5.2).

За використання мікробних препаратів маса 1000 насінин збільшувалась у сорту ‘Орфей’ на 0,02-0,33 г, а в сорту ‘Живинка’ – на 0,02-0,15 г. Істотно виражений вплив на зростання маси 1000 насінин на сорті ‘Орфей’ мало триразове застосування *Bacillus* sp.4 + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза), а на сорті ‘Живинка’ – інокуляція насіння *Bacillus* sp.4 + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025), у наслідок чого насіння крупнішим стало на 0,33 і 0,15 г. Порівняно з останнім варіантом використання двічі Екофосфोरину (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) разом із препаратами Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) і Метаризин БТ (*Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) отримано менші прирости маси 1000 насінин, зате найвищі показники середньої маси насіння з однієї рослини, що більше за контрольний варіант у сорту ‘Орфей’ на 0,02 г і в сорту ‘Живинка’ на 0,04 г.

Отже, у більшості випадків триразове застосування *Bacillus* sp.4 + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза), або двічі Екофосфोरину (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) разом із Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) і Метаризин БТ (*Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) проявило найбільший позитивний вплив на формування елементів продуктивності льону олійного обох сортів порівняно з контрольними варіантами.

Маса насіння льону олійного різних сортів залежно від мікробних препаратів (середня за 2023–2025 рр.)

Назва препаратів (фактор В)	Маса 1000 насінин, г		Маса насіння з однієї рослини, г	
	сорт (фактор А)			
	‘Орфей’	‘Живинка’	‘Орфей’	‘Живинка’
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	6,05	5,63	0,34	0,31
Насіння сухе (без обробки)	5,91	5,50	0,24	0,21
Обробки насіння водою (контроль)	5,88	5,50	0,24	0,21
Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	5,90	5,61	0,25	0,24
Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	5,96	5,65	0,25	0,24
Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)	6,05	5,47	0,25	0,24
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	6,04	5,54	0,24	0,24
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	6,06	5,63	0,25	0,25
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н 0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	6,10	5,62	0,27	0,23
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н 0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	6,13	5,55	0,26	0,24
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н 0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	6,13	5,52	0,26	0,24
Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н 0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	6,21	5,54	0,26	0,24
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	6,04	5,59	0,24	0,22
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	5,97	5,52	0,25	0,23
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	6,02	5,55	0,25	0,23
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	6,11	5,57	0,26	0,25
НІР _{05, г}	0,07	0,03	0,02	0,02

Вирощування льону олійного з використанням хімічних препаратів забезпечувало майже таку ж і, навіть, меншу масу 1000 насінин, ніж кращі біологічні препарати, але, внаслідок утворення більшої кількості насінин, мало значно більшу масу насіння з однієї рослини, яка на обох сортах, порівняно з контролем, зростала на 0,10 г.

5.2 Урожайність зерна сортів льону олійного залежно від різних біологічних препаратів

Сучасною складовою науково-технічного прогресу в аграрному секторі виробництва є впровадження біологізації та використання органічного землеробства, у якому важлива роль належить мікробним препаратам.

Формування врожаю будь-якої сільськогосподарської культури - це складний процес, який визначається як генетичною програмою рослин, так і зовнішніми умовами. Для досягнення високого врожаю необхідно володіти повною інформацією про різні фактори, що впливають на ріст і розвиток рослин, їх взаємодію, а також вміти передбачати їхню реакцію.

За результатами досліджень Шувар А. М., Рудавської Н. М., Дзюбайло А. Г. [11] найбільший приріст врожайності льону олійного отримано при обробленні насіння перед сівбою біостимулятором «Вітазиму» (1,0 л/т), який становив 14,1%, а використання інших стимуляторів і комплексних мікродобрив було менш вираженим – 3,8–10,9 %.

Виявлено, що в середньому за 2023-2025 роки на врожайність сортів льону олійного 'Орфей' і 'Живинка' впливали як сортові особливості, так і обробка насіння мікробними препаратами [12, 13, 14]. Так, врожайність зерна сорту 'Орфей' складала 0,85–1,23 т/га, а сорту 'Живинка' – 0,73–1,11 т/га, що на 4,9–14,8 % менша (табл. 5.3). У варіантах, де обробка не проводилась або проводилась лише водою, отримано найменші врожайності, які на сортах 'Орфей' і 'Живинка' становила 0,85 і 0,73–0,74 т/га, що відповідно на 0,04–0,17 т/га та 0,05–0,17 т/га менше, ніж за використання біологічних препаратів.

Таблиця 5.3

Урожайність сортів льону олійного залежно від мікробних препаратів, т/га (середня за 2023–2025 рр.)

№ п/ п	Назва препаратів (фактор В)	Урожайність		+,- до контролю	
		сорт (фактор А)			
		‘Орфей’	‘Живинка’	‘Орфей’	‘Живинка’
1.	Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	1,23	1,11	0,39	0,37
2.	Насіння сухе (без обробки)	0,85	0,73	0,01	-0,01
3.	Обробки насіння водою (контроль)	0,85	0,74		
4.	Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,93	0,88	0,09	0,14
5.	Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	0,94	0,87	0,10	0,13
6.	Обробка насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	0,95	0,90	0,10	0,16
7.	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,94	0,88	0,09	0,14
8.	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,98	0,91	0,13	0,17
9.	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1,02	0,87	0,17	0,13
10.	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	1,00	0,89	0,16	0,15
11.	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,99	0,89	0,15	0,15
12.	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1,02	0,89	0,17	0,15
13.	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,89	0,79	0,04	0,05
14.	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,94	0,83	0,09	0,09
15.	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,97	0,86	0,12	0,12
16.	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	1,01	0,91	0,16	0,17
НІР ₀₅ , т/га		для часткових відмінностей: А =0,06-0,08; В=0,04-0,05;			
		для середніх (головних) ефектів: А=0,02-0,03; В=0,02-0,05;			

Варто зазначити, що за виключенням варіанту з обробкою насіння Екофосфорином сортів ‘Орфей’ і ‘Живинка’, де приріст склав лише 0,04 і 0,05 т/га, на всіх інших варіантах використання мікробіологічних препаратів сприяло достовірному збереженню врожайності насіння в межах 0,09–0,17 т/га та 0,09–0,17 т/га відповідно (НІР₀₅ для часткових відмінностей $V=0,04-0,05$ т/га).

На сорті ‘Орфей’ оброблення насіння препаратом *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) забезпечило достовірний приріст врожайності на 0,09 т/га, а дворазове застосування *Bacillus* sp.4 + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза) ще збільшило врожайність на 0,08 т/га, що також є математично доведеним. Тоді, як за використання вказаних препаратів тричі не отримано зростання врожаю насіння.

На сорті ‘Живинка’ кращі результати отримано за оброблення насіння препаратом *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т), що забезпечило приріст врожайності на 0,14 т/га, оскільки за дворазового та триразового застосування *Bacillus* sp.4 + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза) на цьому сорті виявлено зростання врожайності лише на 0,01-0,03 т/га, що не є достовірним.

За використання мікробних препаратів також максимальну врожайність (1,01-0,91 т/га) обидва сорти льону олійного формували на варіантах, де застосовували для оброблення насіння та рослин у ВВСН-19 Екофосфорин (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) (1 л/т і 1 л/га) з додаванням у ВВСН-19 Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) (3 л/га) та у ВВСН-60 Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) (3 л/га) разом з Метаризином БТ (*Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) (3,0 л/га). Внаслідок такого комплексного застосування мікробіологічних препаратів додатково збережена врожайність насіння сортів ‘Орфей’ і ‘Живинка’ становила 0,16 та 0,17 т/га, що більше за контрольний варіант (без застосування препаратів) на 17,1 та

19,3 %.

Треба відзначити, що різниця в урожайності насіння між вказаними сортами на цих варіантах складала 0,10 т/га та була за межами похибки дослідження (HP_{05} для часткових відмінностей фактору А (сорт) дорівнював 0,06-0,08 т/га). Це вказує на те, що сорт харчового напрямлення ‘Живинка’ за врожайністю поступався сорту ‘Орфей’.

За допомогою кореляційного аналізу встановлено зв'язок величини врожайності та показників структури врожаю. Виявлено, що врожайність сортів льону олійного підвищувалась зі збільшенням кількості сформованих коробочок на рослині, а тісний зв'язок представлений коефіцієнтом кореляції та складав для сортів ‘Орфей’ та ‘Живинка’ 0,85 і 0,70 (рис. 5.1).

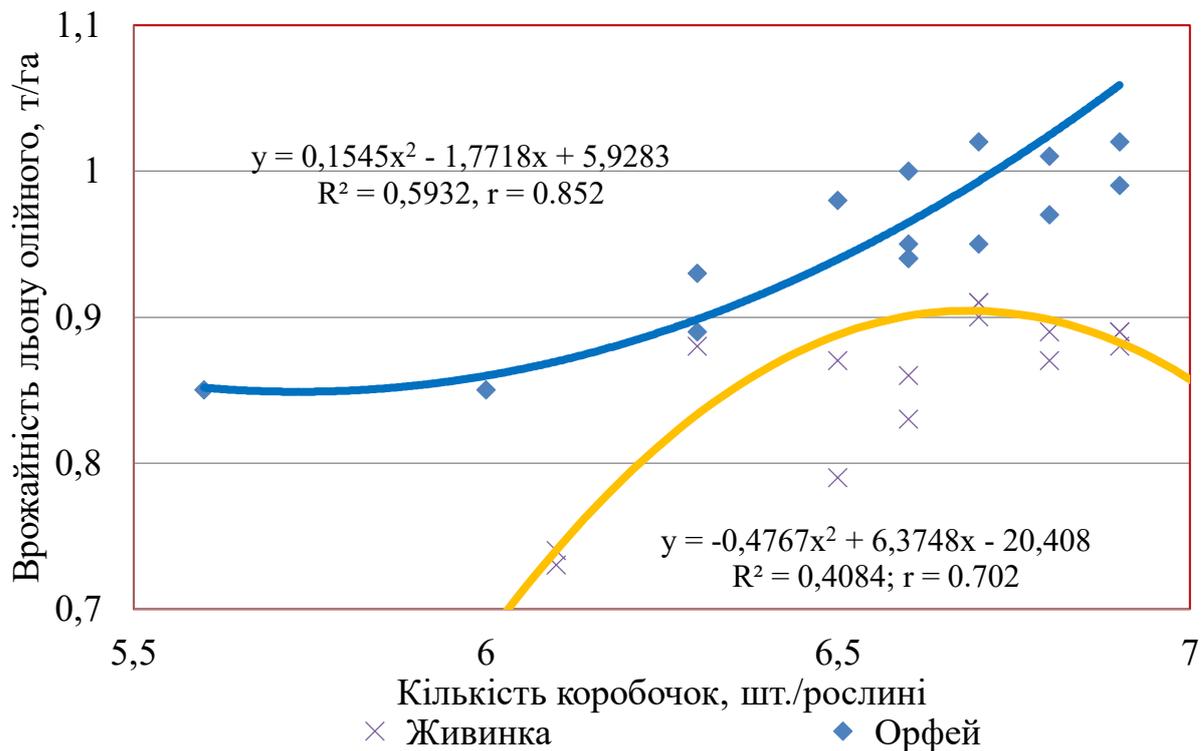


Рис. 5.1. Залежність урожайності насіння сортів льону олійного від кількості коробочок на рослині, середнє за 2023-2025 рр.

Ще тісніший зв'язок було отримано при дослідженні залежності врожайності насіння льону олійного від маси насіння з однієї рослини ($r=0,87-0,95$). Найвищий показник коефіцієнту кореляції отримано на сорті Живинка $r=0,95$ (рис. 5.2).

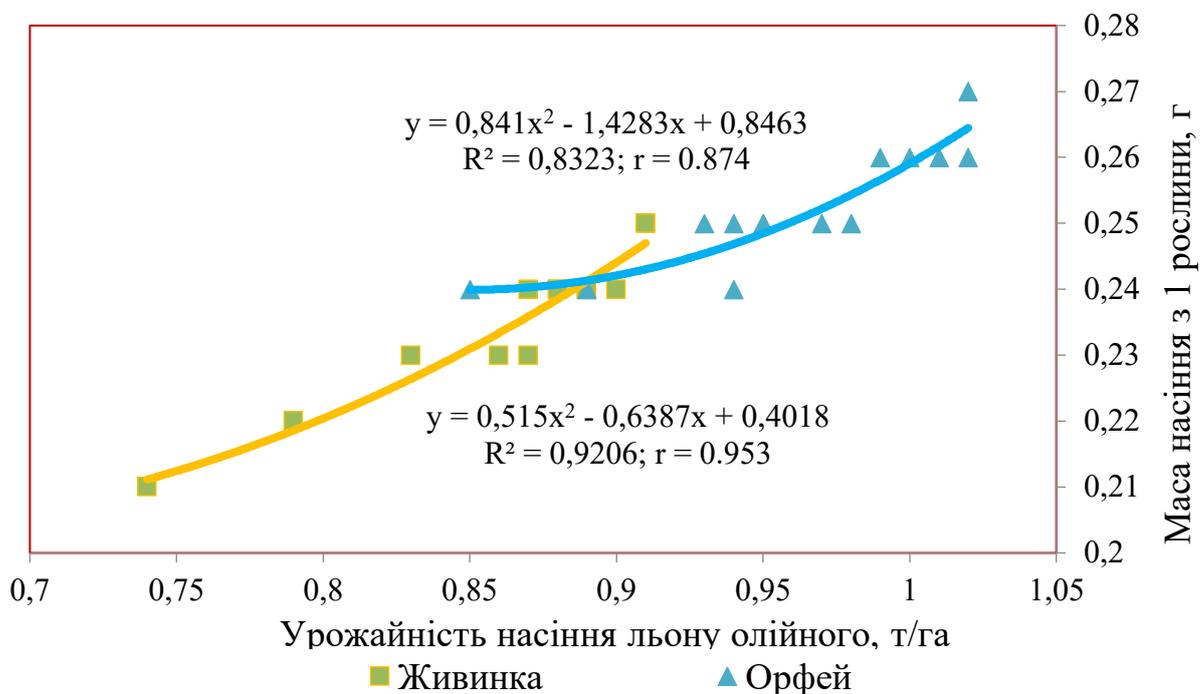


Рис. 5.2 Залежність урожайності насіння сортів льону олійного від маси насіння з однієї рослини, середнє за 2023-2024 рр.

Між урожайністю і кількістю насіння на одній рослини також встановлено тісний зв'язок на сорті 'Живинка' ($r=0,94$) і середній на сорті 'Орфей' ($r=0,68$), тоді як взаємозв'язок між урожайністю та масою 1000 насінин виявився відповідно на сортах слабкий ($r=0,20$) і сильний ($r=0,81$).

За умов традиційної технології вирощування льону олійного з використанням мінеральних добрив та хімічного захисту рослин було досягнуто найвищих показників урожайності для обох сортів: 1,23 т/га для сорту 'Орфей' та 1,11 т/га 'Живинки'. Тобто порівняно з контролем додатково збережено 0,39 і 0,37 т/га, а з кращими варіантами мікробіологічних препаратів – 0,21 і 0,20 т/га.

5.3 Уміст олії та білку в насінні сортів льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів

Ляна олія відома з давніх часів, оскільки первинно льон вирощували переважно для отримання олії, а вже згодом — для виробництва волокна [15].

Темпи зростання населення планети вимагають збільшення високоякісних продуктів харчування та промислових товарів [16].

При виборі сорту льону для вирощування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах доцільно враховувати його генетичний потенціал, біологічні особливості та цільове призначення [17, 18, 19]. У разі вирощування культури для харчових потреб доцільно віддавати перевагу сортам із високими показниками якості насіння, не лише за вмістом олії, а й білку.

Накопичення олії в насінні льону олійного залежить як від генетичних параметрів сорту, так і агротехнічних факторів, зокрема застосування мікробіологічних препаратів. У цьому контексті одним із важливих шляхів підвищення ефективності технології є раціональний вибір комбінацій мікробіологічних препаратів та визначення оптимальних строків їх внесення, що дозволить впливати формування врожайності та якості насіння. Для сучасних сортів олійного льону Орфей і Живинка подібні дослідження раніше не проводилися.

Результати досліджень виявили, що застосування мікробіологічних препаратів мало певний вплив на зміну якісних показників насіння льону олійного сортів Орфей і Живинка, зокрема на вміст олії. Так, вміст олії в середньому за два роки досліджень у сорту Орфей складав від 44,34 до 47,56 %, а в сорту харчового напрямку Живинка – від 44,29 до 46,10 % (табл. 5.3). Середня олійність насіння сортів Орфей та Живинка була майже однаковою та становила 45,13 і 45,27 %, що відповідає за стандартної градації «високому вмісту олії» – 42–48 % [20]) та перевищує на 10,13 і 10,27 % встановлену стандартну норму (35% за ДСТУ 7577- 2014) [21].

Вміст білку в насінні знаходився в межах 15,07-20,00 % у сорту Орфей та 15,51-19,72 % у сорту Живинка. Проте, за вмістом білку в середньому по варіантах дослідів сорт Живинка випереджав Орфей на 0,47 %.

Враховуючи, що врожайність Орфея вища, ніж у Живинки, то вихід олії й білку з одного гектару в нього на 0,03 і 0,01 т/га був більшим і складав 0,43 і 0,17 т/га, відповідно.

Вміст і вихід олії та вміст білку в насінні сортів льону залежно від мікробіологічних препаратів, т/га (середнє за 2024-2025 рр.)

Назва варіантів досліду	‘Орфей’			‘Живинка’		
	уміст олії	вихід олії	уміст білку	уміст олії	вихід олії	уміст білку
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+ N ₄₅ +Хімзахист	44,34	0,52	20,00	44,86	0,49	19,72
Обробки насіння водою (контроль)	44,44	0,34	15,07	44,29	0,33	15,51
Обробка насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	44,64	0,41	16,44	45,80	0,41	17,32
Обробка насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	44,56	0,42	17,41	45,15	0,40	18,19
Обробка насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)	45,35	0,43	17,57	45,51	0,41	18,31
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	44,49	0,42	18,04	44,90	0,40	18,30
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)	45,48	0,45	18,97	46,10	0,42	19,04
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	44,99	0,37	16,63	44,75	0,35	17,25
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	47,86	0,47	17,94	46,06	0,41	18,68
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	45,1±0,8	0,43±0,04	17,6±1,0	45,3±0,5	0,40±0,03	18,0±0,9
V,%	2,44	12,38	8,22	1,40	11,17	6,77

Показники олійності обох сортів льону були дещо більшими у варіантах з використання мікробіологічних препаратів, ніж у контрольному варіанті (обробки насіння водою). Найвищий вміст олії в насінні льону отримано в сорту Орфей 47,86 % за оброблення насіння препаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з наступним внесенням у ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр БТ (3,0 л/га) та в ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га). У сорту Живинка максимальний вміст олії 46,10 % отримано за оброблення насіння комплексом препаратів *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + АверкомН (0,1 л/т) з наступним внесенням у ВВСН-19 *Bacillus sp.4* (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + АверкомН (0,1 л/га) та в ВВСН-60 *Bacillus sp.4* (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + АверкомН (0,1 л/га). Вихід олії при цьому становив 0,47 і 0,42 т/га, відповідно.

Уміст білку найвищим виявлено у варіантах за традиційної технології вирощування льону олійного з використанням агрохімікатів – 20,00 % у сорту Орфей і 19,72 % у сорту Живинка, що на 4,93 і 4,21 % більше, ніж у контрольних варіантах (обробленням насіння лише водою).

Використання мікробіологічних препаратів накопичило в насінні білку від 16,44 до 18,97 % у сорту Орфей та від 17,25 до 19,04 % у сорту Живинка. У сортах Орфей та Живинка найбільший вміст білку (18,97 і 19,04 %) забезпечило оброблення насіння комплексом препаратів *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + АверкомН (0,1 л/т) з наступним внесенням у ВВСН-19 *Bacillus sp.4* (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + АверкомН (0,1 л/га) та в ВВСН-60 *Bacillus sp.4* (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + АверкомН (0,1 л/га). Збір білку з одного гектару при цьому складав 0,19 і 0,18 т/га, відповідно.

У насінні сорту Живинка також високому вмісту білку 18,68 % сприяло оброблення насіння препаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з наступним внесенням у ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр БТ (3,0 л/га) та в ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га).

У насінні обох сортів найменший вміст білку 15,07 і 15,51 % отримано в контрольних варіантах (обробка насіння водою).

Таким чином, досліджувані мікробіологічні препарати можна використовувати для вирощування товарних посівів льону олійного не лише на технічні, а й харчові цілі. Адже вирощування сортів льону олійного Орфей і Живинка в умовах органічного землеробства за використання досліджуваних мікробіологічних препаратів підвищує не лише врожайність, а й забезпечує високий вміст олії та білку в насінні на рівні 45,0 і 19,0 % та їх виходу з гектару 0,45 і 0,19 тонн.

Висновки до розділу 5

1. Застосування мікробних препаратів при вирощуванні льону олійного сортів Орфей і Живинка позитивно впливає на формування елементів структури врожаю. Високу ефективність мало триразове застосування *Bacillus* sp.4 + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) + Аверком-Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза), за якого збільшувалась кількість коробочок на 15,0 % у сорту ‘Орфей’ та 13,1 % у сорту ‘Живинка’. За такого комплексу мікробних препаратів у сорту Орфей формувалось крупніше насіння на 5,6 %. У більшості випадків дворазове використання Екофосфору (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) разом із Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) і Метаризин БТ (*Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) також призводило до зростання кількості коробочок і насінин з однієї рослини в обох сортах на 9,8-13,3 і 12,3-15,8 % та маси 1000 насінин і маси насіння з однієї рослини – на 1,3-3,9 та 8,8-19,0 %. За обробки таким біологічним комплексом відмічено дещо краще формування елементів структури врожаю у сорту Живинка.

2. Установлено вплив агрометеорологічних умов року та обробки насіння і рослин мікробними препаратами на врожайність сортів льону олійного в системі органічного землеробства південного Степу України. При цьому зростання врожайності на сортах Орфей і Живинка було однаковим і становило 0,09–0,17 т/га. За обробки кращим біологічним комплексом додатково збережено врожайність на рівні 0,16 т/га в сорту ‘Орфей’ і 0,17 т/га

в сорту 'Живинка'.

3. В умовах півдня України для отримання насіння з високим вмістом олії та білку можна висівати сорти льону Орфей і Живинка, які за оброблення насіння препаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з наступним внесенням у ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр БТ (3,0 л/га) та в ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га), або за оброблення насіння комплексом препаратів *Vacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + АверкомН (0,1 л/т) з наступним внесенням у ВВСН-19 *Vacillus sp.4* (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + АверкомН (0,1 л/га) забезпечують олійність на рівні 46,10-47,86 %, а білку 17,94-19,04 %.

За матеріалами розділу опубліковано шість наукових праць [1, 9, 10, 12, 13, 14].

Список джерел літератури до розділу 5

1. Заєць С. О., Мельник М.А. Досвід використання біологічних препаратів за вирощування льону олійного Аграрні інновації. Видавничий дім «Гельветика». 2024. 25. С. 151-156. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.24>.
2. Сябрук Т.А., Коновалова В.М., Казновський О.В., Рудік О.Л. Формування урожайності льону олійного при застосуванні біологічних препаратів в зоні південного Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2021. № 30. С. 96–104. <https://doi.org/10.36710/ioc-2021-30-10>
3. Ходаницька О., Ходаницький В. Пропозиція: Головний журнал про агробізнес. 2015. 12. С. 78–84
4. Heller, K., Wielgusz, K. (2011). Plonowanie odmiany lnu oleistego bukoz w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych. J Res Appl Agric Engng. 56(3).138–142. URL: <http://www.pimr.poznan.pl>

5. Singh, M. Chauhan, D., Bharti, B. (2021). Impact of organic and biofertilizer application on yield and yield attributing characters in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *International journal of advances in agricultural science and technology* 8(12).11–31. <https://doi.org/10.47856/ijaast.2021.v08i12.002>

6. Alisdair R. Fernie, Uwe Sonnewald. (2021). Plant biotechnology for sustainable agriculture and food safety. *Journal of Plant Physiology*. 261. 153416 <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153416>

7. Glick, B. R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: Mechanisms and applications. *Scientia Horticulturae*, 134. 1–16. <https://doi.org/10.6064/2012/963401>

8. Uniyal, N., Sharma, A., Petwal, H., Verma, S. (2025). Role of beneficial soil microorganisms (BSMS) as an alternative for agrochemicals in agriculture. *International Journal of Agriculture and Food Science*, 7(3):43–54 <https://doi.org/10.33545/2664844X.2025.v7.i3a.313>

9. Serhii Zaiets, **Mykola Melnyk**, Taras Zhygailo, Serhii Yuzyuk, Yurii Kyryllov, Olena Zhygailo, Lyudmyla Tytova, Nadia Shevchuk. Productivity of oilseed flax varieties with the use of microbiological preparations in the system of organic farming in southern Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 2025, 26(9), 315–325 <https://doi.org/10.12912/27197050/209606> ISSN 2719–7050, License CC-BY 4.0

10. **Мельник М.А.**, Заєць С.О., Юзюк С.М. Вплив мікробних препаратів на продуктивність льону олійного в системі органічного землеробства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «*Ротмістровські читання частина 1: технології вирощування сільськогосподарських культур та трансформація властивостей ґрунту в умовах змін клімату*», присвячена до 130-річчя заснування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції (28 березня 2025 року, м. Одеса). ОДСДС ІКОСГ НААН. Одеса. 2025. С.135-138

11. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Дзюбайло А. Г. Продуктивність льону олійного залежно від впливу біопрепаратів та комплексних мікродобрив.

Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 69(1). С.142–156. [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(69\)-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-9)

12. Заєць С. О., Мельник М.А. Врожайність льону олійного залежно від агрометеорологічних умов року та застосування мікробіологічних препаратів. *Аграрні інновації*. Видавничий дім «Гельветика». 2024. 26. С. 34–40. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.5>.

13. Мельник М. А., Заєць С. О. Вплив мікробіологічних препаратів на врожайність насіння сортів льону олійного. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку*: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (8 жовтня 2024 р., м. Київ) / М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. 2024. С. 64-66

14. Мельник М.А., Заєць С.О. Урожайність льону олійного в системі органічного землеробства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Роль бавовнику та інших технічних культур для сільськогосподарського виробництва в умовах зміни клімату». (15 жовтня 2025 р., м. Одеса). Одеса. ІКОСГ НААН. 2025. С (у друці

15. Allab R.G., Peterson G.W., Merriwether D.A., Fu Y.B. (2025). Evidence of the domestication history of flax (*Linum usitatissimu* L.) from genetic diversity of the sad2 locus. *Theor. Appl. Genet.* 112. 58–65. <https://doi.org/10.1007/s00122-005-0103-3>.

16. Dordas C.A. (2010). Variation of physiological determinants of yield in linseed in response to nitrogen fertilization. *Ind. Crop. Prod.* 31. 455–465. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.01.008>

17. Morozova, V. Stramkale, I. Kroiča, and A. Stramkalis, (2023). Identified resilient flax genotypes with improved agronomic characteristics for Pre-breeding. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 14th International Scientific and Practical Conference.* 1, 148–154. <https://doi.org/10.17770/etr2023vol1.7272>.

18. Hamayunova, V., Khonenko, L., & Baklanova, T. (2025). Diversification of oil crops in the Southern steppe of Ukraine: adaptation to climate changes and

environmental conditions. *Technology Audit and Production Reserves*, 1. 3(81), 69–74. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.323953>

19. Ляльчук, П. П. Порівняльна характеристика сортів льону олійного в умовах Західного Лісостепу України. Вивчення та охорона сортів рослин. 2020. 6 (1), 55–62. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201350>

20. Полякова І.О. Селекційна оцінка сортових ресурсів льону олійного. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. 27. С. 79-87. <https://doi.org/10.36710/ioc-2019-27-09>

21. Насіння олійне. Визначення вмісту олії методом екстракції в апараті Сокслета : ДСТУ 7577:2014. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 10 с.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДОСЛІДЖУВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Аграрний сектор України є одним з пріоритетних у структурі національної економіки, який забезпечує продовольчу безпеку країни. Останніми роками все більше уваги приділяється біологізації агротехнологій, яке виключає застосування засобів хімізації і забезпечує високу якість сільськогосподарської продукції та захист довкілля. Перспективи України, як великої аграрної країни, досить значні і органічне землеробство має значний потенціал [1, 2]. Нині в світі розроблено і запропоновано виробництву значну кількість біологічних препаратів комплексно дії [3]. Значна кількість мікробних препаратів розроблена і в Україні, зокрема в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН, Інженерно-технологічному інституті «Біотехніка» НААН, Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, ТОВ «Компанії БТУ-ЦЕНТР» та деяких інших.

Зараз стоїть завдання визначити найбільш економічно ефективні мікробіологічні препарати при вирощуванні льону олійного, дія яких менше залежить від кліматичних чинників [4]. Особливо це важливо зараз, тому, що в останні роки у степовій зоні постійно відбуваються кліматичні зміни, що істотно може обмежувати застосування мікробних препаратів у цій зоні. Тому, в умовах південного Степу необхідно обов'язково перевіряти дії біологічних препаратів, які рекомендовані для системи органічного землеробства та визначити економічну ефективність їх застосування.

Для оцінки економічної ефективності вирощування олійного льону на насіння залежно від сортових особливостей і різних комбінацій мікробіологічних препаратів було використано комплекс економічних показників, зокрема: вартість валової продукції (насіння), виробничі витрати, чистий прибуток і рівень рентабельності [4, 5, 6]. Розрахунки здійснювалися

на основі нормативних витрат праці та матеріально-технічних ресурсів, передбачених на виробництво насіння льону олійного.

Дані розрахунків економічної ефективності вирощування льону олійного на насіння залежно від досліджуваних факторів наведено в таблиці 6.1. Як свідчать результати економічної ефективності, витрати за традиційної технології були найвищими і складали 19446–19524 грн/га, але завдяки вартості 1 т насіння 21000–24000 грн забезпечили умовно чистий прибуток 76,06 грн/га на сорті Орфей і 6004 грн/га на сорті Живинка з рівнем рентабельності 39 і 31 % відповідно [7, 8].

Витрати на використання мікробіологічних препаратів було в 1,5–1,8 рази меншими, що дозволило отримати кращі економічні показники, з яких умовно чистий прибуток на сортах Орфей і Живинка становив в межах 8282–10722 і 7132–9499 грн/га, а рівень рентабельності – 64–89 і 62–84 %.

Хоча на контрольних варіантах (без застосування препаратів) витрати були найменшими: 10753–10792 грн/га на сорті Орфей і 10713 грн/га на сорті Живинка, але величина умовно чистого прибутку (6042–8087 грн/га) та рівень рентабельності (56–75 %) поступалися кращим варіантам з біологічними препаратами.

Завдяки отриманню вищої врожайності сорт Орфей мав перевагу в показниках економічної ефективності над сортом Живинка, різниця між найкращими варіантами за умовно чистим прибутком сягала 1223 грн/га, а за рівнем рентабельності – 5 %.

На обох сортах використання традиційної технології з мінеральними добривами та хімічними пестицидами, через значну їх вартість, забезпечило умовно чистий прибуток 7606 і 6004 грн/га з найменшими рівнями рентабельності – 39 і 31 %, відповідно.

Показники економічної ефективності отримані за сівби льону олійного сухим насінням або обробленим водою мали дещо кращі значення, але їх величини поступалися варіантам із використанням мікробіологічних препаратів.

Економічна ефективність сортів льону олійного залежно від застосування мікробіологічних препаратів (середнє за 2023-2025 рр.)

№ варіанту	Назва варіанту	Вартість продукції, грн	Витрати, грн	Собівартість, грн/т	Умовно чистий прибуток, грн	Рентабельність, %
Орфей						
1	Традиційна технологія *	27130	19524	15852	7606	39
2	Сухе насіння	18840	10753	12719	8087	75
3	Насіння оброблене водою	18690	10792	12829	7898	73
4	<i>Bacillus</i> sp.4 (A)**	20540	11261	12192	9279	82
5	<i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт (А)	20780	11279	12151	9501	84
6	<i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+АверкомН (А)	20760	11315	12190	9445	83
9	<i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+АверкомН (А); <i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+ АверкомН (В)	22530	11808	11818	10722	89
12	<i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+АверкомН (А); <i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+АверкомН (В); <i>Bacillus</i> sp.4 +Фітовіт+ АверкомН (С)	22810	12307	12211	10503	84
13	Екофосфорин (А)	19720	11438	12910	8282	72
14	Екофосфорин (А); Екофосфорин (В)	20460	11818	12929	8642	73
15	Екофосфорин (А); Екофосфорин +Біоспектр (В)	20920	12212	13148	8708	71
16	Екофосфорин (А); Екофосфорин+Біоспектр (В); Біоспектр+Метаризін (С)	21930	13323	13643	8607	64
Живинка						
1	Традиційна технологія	25450	19446	17709	6004	31
2	Сухе насіння	16755	10713	14918	6042	56
3	Насіння оброблене водою	16980	10713	14678	6267	58
4	<i>Bacillus</i> sp.4 (А)	20210	11192	12961	9018	80
5	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт (А)	19990	11211	13202	8779	78
6	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт+АверкомН А)	20745	11246	12607	9499	84
9	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + АверкомН (А); <i>Bacillus</i> sp.4 +Фітовіт +АверкомН (В)	20060	11738	13827	8322	70
12	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт +АверкомН (А); <i>Bacillus</i> sp.4+Фітовіт+АверкомН (В); <i>Bacillus</i> sp.4 +Фітовіт+ АверкомН (С)	20445	12247	14167	8198	66
13	Екофосфорин (А)	18210	11078	14093	7132	64
14	Екофосфорин (А); Екофосфорин (В)	19130	11309	13779	7821	69
15	Екофосфорин (А); Екофосфорин +Біоспектр (В)	19815	11744	13801	8071	68
16	Екофосфорин (А); Екофосфорин+Біоспектр (В); Біоспектр+Метаризін (С)	20875	12906	14361	7969	62

Примітка: * - традиційна технологія: N₄₅. Супервін, к. с. (протруювач - тіабендазол, 45 г/л + флутриафол, 30 г/л), Агростар, р.к. (гербіцид - МЦПА у формі аміної солі, 500 г/л); Аякс, КС (фунгіцид - тιοфанат-метил 310 г/л + эпоксиконазол 120 г/л + тебуконазол 70 г/л); Борей, КС (інсектицид - імідаклоприд 150 г/л + лямбда-цигалотрин 50 г/л).

**А – обробка насіння; В – обробка ВВСН-19; С – обробка ВВСН-60.

У сорту Орфей умовно чистий прибуток за сівби чистим насінням та обробленим водою становив 8087 і 7898 грн/га з рівнем рентабельності 75 і 73 %, а за використання мікробіологічних препаратів – 8607-10722 грн/га та 64-89 %.

Сівба сорту Живинка чистим насінням та оброблене водою забезпечили умовно чистий прибуток 6042 і 6267 грн/га та рівень рентабельності 56 і 58 %, а мікробіологічні препарати - 7132-9499 грн/га та 62-84 %.

Найвищий умовно чистий прибуток 10722 грн/га і рівень рентабельності 89 % у сорту Орфей отримано за оброблення насіння комплексом препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) (0,05 л/т) + АверкомН (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза) (0,1 л/т) з послідувачим внесенням цього комплексу у ВВСН-19. Використання вказаного комплексу тричі (оброблення насіння та двічі рослини) також забезпечило високі показники економічної ефективності: умовно чистий прибуток склав 10503 грн/га та рівень рентабельності 84 %.

У сорту Живинка найкращі показники умовно чистого прибутку 9499 грн/га з рівнем рентабельності 84 % отримано за оброблення насіння комплексом препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) (0,05 л/т) + АверкомН (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза) (0,1 л/т). Вказані показники були близькими (9018 грн/га і 80 %) у варіанті за оброблення насіння одним *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т).

За оброблення насіння препаратом Екофосфорин (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) (1,0 л/т), у фазу «ялинки» ВВСН-19 Екофосфорин (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) (1,0 л/га) + Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) (3,0 л/га) і в «бутонізацію» ВВСН-60 – Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) (3,0 л/га) + Метаризин БТ (*Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) (3,0 л/га) умовно чистий прибуток у сортах Орфей і Живинка становив 8607 грн/га та 7969 грн/га, а рівень рентабельності 64 і 62 %. Деякі вищими вказані показники економічної

ефективності у сортах Орфей і Живинка відповідно 8708 і 8071 грн/га та 71 і 68 % були отримані за оброблення насіння препаратом Екофосфорин (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) (1,0 л/т) та у фазу «ялинки» ВВСН-19 Екофосфорин (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter* і *B. Megaterium*) (1,0 л/га) + Біоспектр БТ (*Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) (3,0 л/га).

Незважаючи на відносно високий рівень виробничих витрат у найбільш прибуткових варіантах дослідження, отримання максимальної вартості валової продукції забезпечено найвищі показники умовно чистого прибутку порівняно з іншими дослідними варіантами.

Висновки до розділу 6

1. Результати аналізу даних економічної ефективності свідчать, що застосування мікробіологічних препаратів на льону олійному сприяє зростанню умовно чистого прибутку, хоча підвищуються витрати на їх закупівлю та технологічні заходи.

2. Максимальний умовно чистий прибуток 10722 грн/га і рівень рентабельності 89 % забезпечує сорт Орфей за оброблення насіння комплексом мікробіологічних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ас-5025) (0,05 л/т) + АверкомН (*Streptomyces avermitilis* IMB Ас-5015+хітоза) (0,1 л/т) з послідуочим внесення цього комплексу їх у ВВСН-19.

3. У сорту Живинка найвищий умовно чистий прибуток 9499 грн/га з рівнем рентабельності 84 % отримано за оброблення насіння комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ас-5025) (0,05 л/т) + АверкомН (*Streptomyces avermitilis* IMB Ас-5015+хітоза) (0,1 л/т).

За матеріалами розділу опубліковано дві наукові праці [7, 8].

:

Список джерел літератури до розділу 6:

1. Безус Р. М. Організаційно-економічні засади ефективного розвитку органічного агровиробництва : монограф. Дніпропетровськ : Вид-во «Лізунов Пресс», 2020. 380 с.
2. Квашук О. В. Актуальність питання державного регулювання розвитку органічного сільськогосподарського виробництва в Україні як основи управління органічною діяльністю. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції, 25 жовтня 2022 р., Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2022. С.4–7. Ткаленко Г.
3. Світовий досвід застосування біологічного методу захисту рослин та перспективи в Україні. 2022. URL: <https://svgr.gov.ua/news/1666084314/>
4. Сябрук Т.А., Коновалова В.М., Левенець Т.П., Рудік О.Л. Вплив біологічних препаратів на продуктивність льону олійного в умовах Південного Степу України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021. Вип. 34. С. 61–68. DOI: [https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.61–68](https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.61-68)
5. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях/ За ред. Р.А. Вожегової //Науково-методичне видання. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.
6. Лисенко М.І., Лисенко А.М. Методичні підходи до оцінки ефективності виробництва у сільськогосподарських підприємствах. Наукові праці КНТУ. 2009. № 16. Ч. 1. С. 126–131
7. **Мельник М.А.**, Заєць С.О. Економічна ефективність вирощування льону олійного за різного застосування мікробіологічних препаратів. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва» (20-21 березня 2025 року, м. Миколаїв). Миколаїв : МНАУ. 2025. С 130-134.
8. Застосування біологічних препаратів для захисту посівів льону олійного від хвороб і шкідників у системі ведення органічного землеробства у

сівознах короткої ротації: науково-практичні рекомендації. / Р.А. Вожегова, С.О. Заєць, **М.А. Мельник**, Л.І. Онуфран, С.М. Юзюк, О.С. Шабля, О.О. Пілярська. Одеса: Олді+. 2025. 40 с.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі агробіологічно обґрунтовано та наведено результати власних експериментальних досліджень, проведених в умовах Південного Степу України, спрямованих на вивчення технологічних підходів до вирощування льону олійного із застосуванням мікробіологічних препаратів в умовах агроценозів органічного землеробства. Визначено вплив досліджуваних факторів на ріст і розвиток рослин, формування фотосинтетичного апарату, економне використання вологи, вміст поживних речовин і корисних мікроорганізмів у ґрунту, урожайність, що дало можливість сформулювати наступні висновки та пропозиції.

1. Проти збудника захворювання антракноз максимальну технічну ефективність забезпечило тричі застосування комплексу мікробних препаратів (*Bacillus* sp.4+Фітовіт+Аверком^H) та двічі Біоспектр БТ разом з Екофосфорином і Метаризіном БТ, за яких вона на льону олійному сорту Орфей становила 37,1 і 37,8 %, а на сорті Живинка 32,9 і 34,1 %, відповідно.

2. Кращі результати у боротьбі зі шкідниками забезпечило використання біологічних препаратів Біоспектр БТ (двічі) з Метаризіном БТ, технічна ефективність яких на сорті Орфей становила 28,9–39,1 %, а на сорті Живинка – 30,0–34,3 %. Близьку технічну ефективність проти шкідників на сорті Орфей (28,6–34,3 %) і на сорті Живинка (25,0–38,8 %) проявив мікробний препарат інсектицидної дії Аверком^H за оброблення насіння та двічі по вегетації льону олійного.

3. Оброблення насіння мікробними препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т), або *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т), або *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком^H (0,1 л/т), або Екофосфорин (1,0 л/т) є ефективним прийомом, що сприяє активізації проростання та забезпечує підвищення схожості насіння льону олійного сортів Орфей і Живинка на 3,8-5,3 і 1,9–3,6 %, відповідно.

4. Застосування мікробіологічних препаратів та їхніх комбінацій

позитивно впливало на ріст рослин: висота рослин сорту Орфей збільшувалася на 0,6–3,2 см, а сорту Живинка — на 0,8–2,2 см порівняно з контролем. Оброблення насіння комплексом *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком^Н (0,1 л/т) забезпечувало достовірне підвищення добового приросту сухої речовини, яке становило 0,14 г/м² для сорту Орфей та 0,11 г/м² для сорту Живинка. Виявлено тесний позитивний кореляційний зв'язок між нагромадженням сухої речовини у фазі цвітіння та урожайністю: $r = 0,864$ для сорту Орфей і $r = 0,854$ для сорту Живинка, що підтверджує вирішальне значення інтенсивності ростових процесів у формуванні продуктивності.

5. Під впливом мікробіологічних препаратів відзначено збільшення асиміляційної поверхні листків, підвищення фотосинтетичного потенціалу та зростання чистої продуктивності фотосинтезу рослин льону олійного обох сортів, що свідчить про високу фізіологічну ефективність досліджуваних препаратів.

6. За використання мікробіологічних препаратів збільшується загальне водоспоживання: у сорту Орфей – на 26–55 м³/га, у сорту Живинка – на 10–46 м³/га, але завдяки зростанню врожайності спостерігалось більш раціональне використання вологи на формування 1 т насіння. Зокрема в сортів Орфей і Живинка цей показник становив відповідно 2249–2601 м³/т та 2484–2857 м³/т, тоді як у контрольному варіанті — 2670 м³/т і 3043 м³/т, що на 69–421 м³/т та 186–559 м³/т більше порівняно з дослідними варіантами.

7. За дворазового внесення Екофосфोरину в поєднанні з Біоспектром БТ і Метаризином БТ, а також за триразового використання бакової суміші *Bacillus sp.4*, Фітовіту та Аверком^Н відбувається більш інтенсивне зниження загального вмісту нітратів у шарі ґрунту 0–40 см, що свідчить про їх вплив на підвищення доступності поживних елементів та оптимізацію умов мінерального живлення рослин. Концентрації рухомих форм фосфору й обмінного калію на всіх досліджуваних варіантах живлення протягом періоду від появи сходів до досягання насіння залишалися стабільно високими та не зазнавали істотних коливань у динаміці. Мікробіологічні дослідження

підтвердили виражений стимулюючий ефект застосованих біопрепаратів на розвиток у кореневій зоні льону олійного агрономічно цінних груп мікроорганізмів, задіяних у трансформації сполук азоту, фосфору та гумусу.

8. Триразове внесення композиції *Bacillus sp.4* + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015 + хітоза) сприяло збільшенню кількості коробочок на 15,0 % у сорту Орфей та на 13,1 % у сорту Живинка, що свідчить про інтенсифікацію репродуктивного потенціалу рослин. У сорту Орфей фіксувалося зростання маси 1000 насінин на 5,6 %, що додатково підкреслює позитивний вплив мікробних препаратів на якісні параметри врожаю. Дворазове застосування Екофосфорину (*Az. chroococcum*, *Az. vinelandii*, *Agr. radiobacter*, *B. megaterium*) у поєднанні з Біоспектром БТ (*Pseudomonas*, титр $\geq 5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) та Метаризином БТ (*Metarhizium*, титр $\geq 2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) у більшості випадків сприяло зростанню кількості коробочок і насінин з рослини на 9,8–13,3 % та 12,3–15,8 %, відповідно. Одночасно відмічено підвищення маси 1000 насінин на 1,3–3,9 % та збільшення маси насіння з однієї рослини на 8,8–19,0 %, що свідчить про позитивний вплив зазначених біопрепаратів на індивідуальну продуктивність рослин.

9. За оброблення насіння сортів Орфей і Живинка комплексом мікробіологічних препаратів *Bacillus sp.4* (1,0 д/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком^Н (0,1 л/т) з наступним обприскуванням рослин у фазу «ялинки» *Bacillus sp.4* (1,0 д/га) + Фітовіт (0,1 д/га) + Аверком^Н (0,1 д/га) і «бутонізацію» *Bacillus sp.4* (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком^Н (0,1 л/га), а також оброблення насіння Екофосфорин (1,0 л/т), у фазу «ялинки» Екофосфорин (1,0 л/га) + Біоспектр БТ (3,0 л/га) і в «бутонізацію» – Біоспектр БТ (3,0 л/га) + Метаризин БТ (3,0 л/га) формується найвища врожайність насіння відповідно 1,02 і 1,01 т/га та 0,89 і 0,91 т/га, що більше за контрольні варіанти на 0,16–0,17 і 0,15–0,17 т/га.

10. Застосування технологічних схем, що включали передпосівне оброблення насіння препаратом Екофосфорин (1,0 л/т) та подальше внесення

у фазі ВВСН-19 Екофосфорину (1,0 л/га) і Біоспектру БТ (3,0 л/га), а у фазі ВВСН-60 — Біоспектру БТ (3,0 л/га) та Метаризину (3,0 л/га), сприяло формуванню насіння з високими якісними показниками. Альтернативна схема, що передбачала застосування комплексу *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком^Н (0,1 л/т) із подальшим внесенням у фазі ВВСН-19 *Bacillus sp.4* (1,0 л/га), Фітовіту (0,1 л/га) та Аверком^Н (0,1 л/га), забезпечувала аналогічний ефект. У межах цих варіантів вміст олії в насінні становив 46,10–47,86 %, а вміст білка — 17,94–19,04 %, що свідчить про здатність зазначених біопрепаратів стабільно підтримувати високу якість урожаю.

11. Максимальний умовно чистий прибуток 10722 грн/га і рівень рентабельності 89 % забезпечував сорт Орфей за оброблення насіння і рослин у фазу «ялинки» комплексом препаратів *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) (0,05 л/т) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза) (0,1 л/т). На сорті Живинка найвищий умовно чистий прибуток 9499 грн/га з рівнем рентабельності 84 % отримано лише за оброблення насіння комплексом препаратів *Bacillus sp.4* (1,0 л/т) + Фітовіт (*S. netropsis* ІМВ Ас-5025) (0,05 л/т) + Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015+хітоза) (0,1 л/т).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В системі органічного землеробства зони Південного Степу України для підвищення польової схожості насіння та захисту посівів льону олійного від шкідників: клопа польового (*Lygus pratensis* L), льонового трипсу (*Thrips linarius* Uzel.), льонової блішки (*Aphthona euphorbiae* Schr.) і льонової листовійки (*Cochylis epiliana* Dup.) та збудника захворювання антракноз (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley) необхідно:

обробляти насіння сортів Орфей і Живинка комплексом мікробіологічних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 д/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком^Н (0,1 л/т) з наступним обприскуванням рослин у фазу «ялинки» *Bacillus* sp.4 (1,0 д/га) + Фітовіт (0,1 д/га) + Аверком^Н (0,1 д/га) і «бутонізацію» *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком^Н (0,1 л/га);

або альтернативне оброблення насіння Екофосфорин (1,0 л/т), у фазу «ялинки» Екофосфорин (1,0 л/га) + Біоспектр БТ (3,0 л/га) і в «бутонізацію» – Біоспектр БТ (3,0 л/га) + Метаризин БТ (3,0 л/га);

васлідок чого забезпечується формування врожайності насіння відповідно 1,02 і 1,01 т/га та 0,89 і 0,91 т/га, що на 0,16–0,17 і 0,15–0,17 т/га більше, ніж без них.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

АКТ

виробничої перевірки закінченого наукового дослідження

1. Назва наукової установи. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
2. Назва НДР поставленої на виробничу перевірку. Агробіологічне обґрунтування елементів зональної технології вирощування льону олійного на основі органічних препаратів
3. Автор науково-дослідної роботи. Мельник Микола Андрійович, аспірант заочної форми навчання ІКОС НААН.
4. Закінчена НДР рекомендована до виробничої перевірки рішенням. Вченої ради ІКОС НААН, протокол № 21 від 07.11.2024 р.
5. Виробнича перевірка проводилась в господарстві органічної продукції ТОВ «Крутий яр» Херсонського району Херсонської області.
6. Відповідальний за виробничу перевірку: Стогній Оксана Михайлівни, директор ТОВ «Крутий яр»
7. Умови проведення перевірки. Перевірка проводилась в сівозміні після вирощування органічної продукції пшениці озимої та сівби високопродуктивним сортом Орфей в кінці березня. Погодні умови були не досить сприятливими (приморозки) на початку росту і розвитку рослин та з високим температурним режимом в період дозрівання насіння.
8. Площа посіву виробничого дослід: 15 га.
9. Рік виробничої перевірки 2025 р.
10. Методика проведення виробничої перевірки шляхом закладки виробничого дослід за схемою:
 1. Обробка насіння водою (10 л/т).
 2. Із обробкою насіння біопрепаратом Екофосфорином (1 л/т) з послідуочим обприскування рослин у фазу «ялинки» робочим розчином біологічних препаратів Екофосфорин (1 л/га) і Біоспектр БТ (3 л/га) та в фазу бутонізації баковою сумішшю Біоспектр БТ (3 л/га) і Метаризин БТ (3 л/га).
11. Результати обліку врожаю порівняно до контролю: На контролі (обробка водою) урожайність насіння сорту Орфей становила 0,78 т/га, а за обробки біопрепаратами – 0,99 т/га. Прибавка врожаю насіння склала 0,21 т/га.
12. Економічна ефективність, додатковий умовно чистий прибуток склав 4830 грн/га.
13. Що рекомендується для впровадження у виробництво: Насіння обробляти біопрепаратом Екофосфорином (1 л/т) з послідуочим обприскування рослин у фазу «ялинки» робочим розчином біологічних препаратів Екофосфорин (1 л/га) і Біоспектр БТ (3 л/га) та в фазу бутонізації баковою сумішшю Біоспектр БТ (3 л/га) і Метаризин БТ (3 л/га).

Відповідальні виконавці виробничої перевірки:

від наукової установи

Микола МЕЛЬНИК

від ТОВ «Крутий яр» директор

Оксана СТОГНІЙ

Акт складений 30.07.2025 р.



Додаток А.2

АКТ

виробничої перевірки закінченого наукового дослідження

1. Назва наукової установи. Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
2. Назва НДР поставленої на виробничу перевірку. Агробіологічне обґрунтування елементів зональної технології вирощування льону олійного на основі органічних препаратів
3. Автор науково-дослідної роботи. Мельник Микола Андрійович, аспірант заочної форми навчання ІКОСГ НААН.
4. Закінчена НДР рекомендована до виробничої перевірки рішенням Вченої ради ІКОСГ НААН, протокол № 21 від 07.11.2024 р.
5. Виробнича перевірка проводилась в господарстві ФГ «Млечний путь» Миколаївського району Миколаївської області.
6. Відповідальний за виробничу перевірку: Москаленко Олександр Миколайович, голова ФГ «Млечний путь»
7. Умови проведення перевірки. Перевірка проводилась після стержневого попередника в п'ятипільній сівозміні та сібви 18 березня льону олійного харчового напрямку сорт Живинка. Погодні умови були не в усі періоди вегетації сприятливими для формування врожаю насіння, особливо на початку (заморозки) та в кінці (високі температури).
8. Площа посіву виробничого дослід: 6 га.
9. Рік виробничої перевірки 2025 р.
10. Методика проведення виробничої перевірки шляхом закладки виробничого дослід за схемою: 1. Без обробки насіння біопрепаратом. 2. Із обробкою насіння і рослин біопрепаратами *Bacillus sp.4* (1 л/т+1 л/га+1 л/га) + Фітовіт (0,05 л/т+0,1 л/га+0,1 л/га) + Аверком^H(0,1 л/т+0,1 л/га+0,1 л/га).
11. Результати обліку врожаю порівняно до контролю: На контролі урожайність насіння сорту Живинка становила 0,72 т/га, а за обробки трічі біопрепаратами *Bacillus sp.4* + Фітовіт + Аверком^H – 0,91 т/га. Прибавка врожаю насіння склала 0,19 т/га.
12. Економічна ефективність, додатковий умовно чистий прибуток склав 4370 грн/га.
13. Що рекомендується для впровадження у виробництво: Насіння обробляти мікробіологічними препаратами *Bacillus sp.4* (1 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком^H (0,1 л/т) та двічі у фази «ялинки» та бутонізації *Bacillus sp.4* (1 л/га+1 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га+0,1 л/га) + Аверком^H(0,1 л/га+0,1 л/га).

Відповідальні виконавці виробничої перевірки:

від ІКОСГ НААН

здобувач заочної форми навчання аспірантури

Микола МЕЛЬНИК

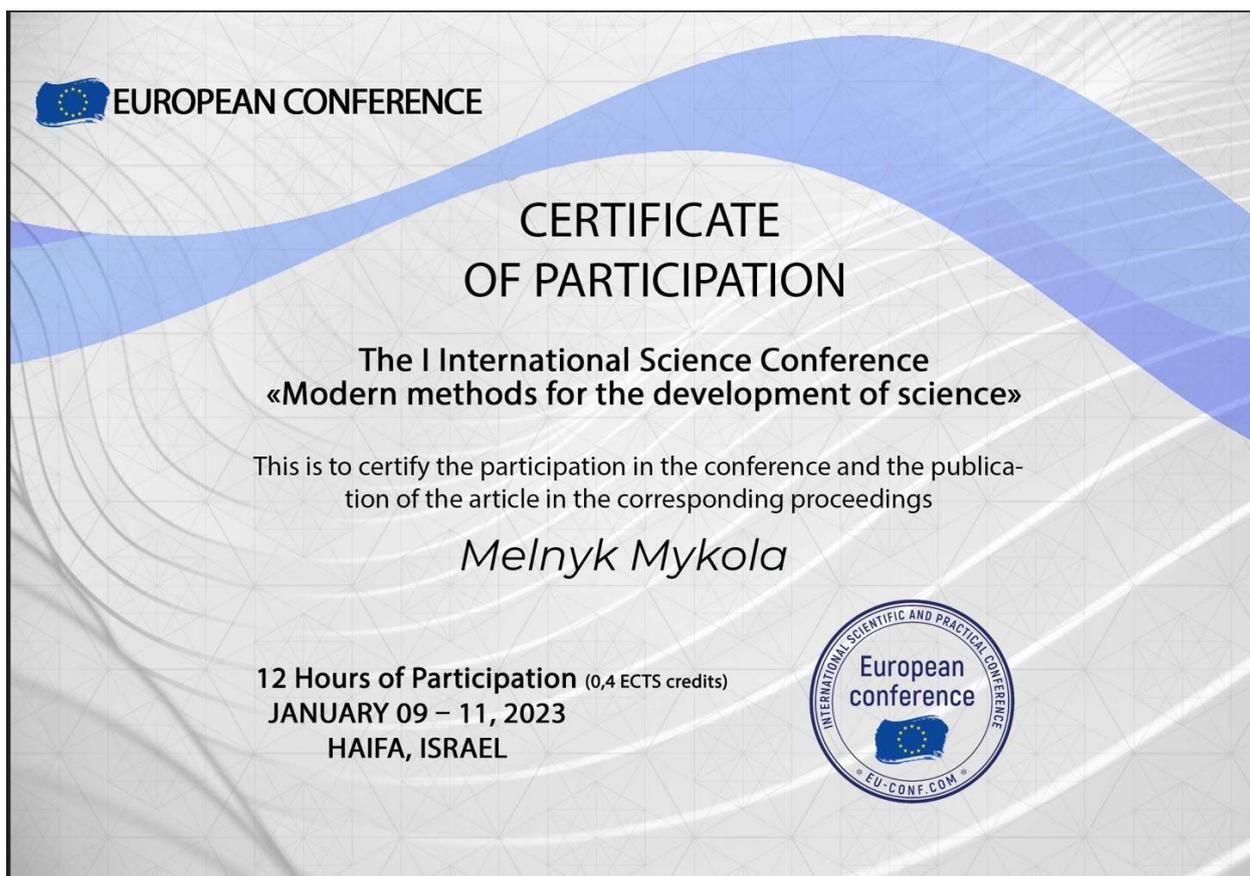
Голова ФГ «Млечний путь»

Олександр МОСКАЛЕНКО

Акт складений 31.07.2025 р.



Додаток Б.1



Додаток Б.2



Додаток Б.3



Додаток В.1

Зарубіжні виробники біопрепаратів захисту рослин на ринку України*

№ за/п	Країна	Фірма виробник	Кількість препаратів	Усього
1	2	3	4	5
1	Аргентина	ф. «Rizobacter Argentina S.A.» «Синтезис Квуимика SAIC» ТОВ «Фрагарія» (FRAGARIA S.R.L.)	10 1 1	12
2	Бразилія	Vittia Fertilizantes e Biologicos S.A.	1	1
3	Великобританія	ф. Беккер Андервуд Лтд Легум Технолоджи Лтд БАСФ Агрікалчурал Спешіелітіс Лтд	1 4 1	6
4	Данія	ф. «БІОНУТРІЯ ДАНМАРК АПС» (BIONUTRIADANMARKAPS)	1	1
5	Естонія	ВЕГУМА ОУ (VEGUMA OU) компанія EUROPEAN BIOTECHNOLOGIES OU (ЄУРОПАН БІОТЕХНОЛОДЖІС ОУ)	2 1	3
6	Ізраїль	Граундворк БіоАг Лтд. (Groundwork BioAg Ltd.)	1	1
7	Індія	Агро Лайф Сайєнс Корпорейшн ТОВ «ВЕЛЛКРОП БІОТЕХ ПБТ. ЛТД»	1 1	2
8	Індонезія	PT. HATAKE GLOBAL INDONESIA	1	1
9	Іспанія	ф. «Футореко Біосайєнс, С.А.» Симборг С.Л. (Symborg S.L.)	2 3	5
10	Італія	ф. «Грін Равенна срл» («Green Ravenna srl») Agrifutur Sri	4 2	6
11	Канада	Лаллеманд Спеціалтіз Канада Інк. (Lallemand Specialties Canada Inc.) Компанія «Новозімес БіоАГ Лтд.» (Хоогутсз БіоАг Лтд)	1 3	4
12	Малайзія	HATAKE GLOBAL SDN BHD	1	1
13	Мексика	Агрінос Біодерпак С.А. де С.В. (Agrinos Bioderpac S.A. de C.V.)	2	2
14	Німеччина	ТОВ «Бактівіа» Підприємство по розробці та торгівлі у галузі ЕМ- технологій EMRO ENG Німеччина GmbH Байер АГ, Німеччина (Bayer AG)	2 1 1	4
15	Норвегія	АГРІНОС А: Компанія «Агрінос»	1	1
16	Польща	ТОВ «Інтермаг» «Підприємство Втілення і Застосування Біотехнології та Інженерії Генетичної БІО-ГЕН»	1 3	4
17	Республіка Білорусь	ТОВ «БЕЛАГРОФЕРТ»	5	5
18	Російська Федерація	ТОВ «Петербурзькі Біотехнології»	1	1
19	Словаччина	AZOTER Trading s.r.o. (ТОВ «АЗОТЕР Трейдинг»)	8	

Продовження Додатку В1

1	2	3	4	5
20	США	ф. Беккер Андервуд Інк ф. Адванст Біолоджикал Маркетинг «Біо-Грін Пленет Інкорпорейшн» («Bio-Green Planet Incorporation») Компанія «Новозаймс БіоАГ Інк» (NovozymesBioAgINC) ф. БАСФ Корпорейшн Вердежіан лайф саїнсес США, ЛЛС (Verdesian Life Sciences U.S., LLC) Агрінос Інк. (Agrinos Inc.) TerraMax Inc Індіго Аг, Інк. 500	1 4 1 6 2 2	30
21	Тайвань	Sinon Corporation	1	1
22	Туреччина	ORBA BİOKİMYA SAN. VE TİC. A.Ş.	1	1
23	Угорщина	ТзОВ «Рактарбазіш-Транзіт» Корпорація з захисту навколишнього природного середовища «Коракс-Біонер» (Cогах-Віонер Environmental Protection Co.) Виробничо-торгівельне підприємство «PhylagroKft» ф. BioFil Microbiological, Biotechnological and Biochemical Ltd. AGRO .bio Hungary Trading and Manufacturing Limited Liability Company	1 1 5 2 1	10
24	Уругвай	ЛАГЕ І СІА. С.А. (LAGE y Cia. S.A.)	4	4
25	Фінляндія	VERDERA OY (ВЕРДЕРА ОЙ)	1	1
26	Франція	ф. Беккер Андервуд С АС Фірма «Агронутріціон»	1 3	4
27	Швейцарія	ф. Андерматт Біоконтрол АГ	2	2
28	Японія	"Ідемітсу Косая Ко., Лтд." "Дайнічі Санге Ко., Лтд." Хокко Кемікал Індастріз Ко., Лтд	1 1 1	3
	Разом			117

* За даними Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. [70 розділ 1]

Додаток В.2

Виробники біологічних засобів захисту рослин в Україні*

(станом на 05.05.2022 р.)

за/п	Виробники	Найменування препаратів	Кількість препаратів
1	2	3	4
1	Ніт «БТУ-Центр»	Органік-баланс; АКТОВЕРМ ФОРМУЛА; ФІТОХЕЛП; МусоНелр; Екостерн; «Актоверм»; РІЗОЛАЙН, р.; МІКОФРЕНД; МЕЛАНОРІЗ; СКЛЕРОЦИД; АНДЕРІЗ; МЕГАБАЙТ; Ecostem; Азотофіт, КП; Азотофіт, КС; Біокомплекс-БТУ, КС; Біоінокулянт- БТУ, КП; Біоінокулянт-БТУ, КС; Бітоксидацилін-БТУ, КС; Лепідоцид-БТУ, КС; Фітоцид, КС.	21
2	ДП «Ензим»	«Ентоцид (Метаризін)»; «BiNitro БОБОВІ» марка «BiNitro ГОРОХ»; «Viridin (Триходермін)», р.; «Азотфіксатор ґрунтовий Біомаг», р.; «Антистресант «FitoNis», р.; «Гаубсин», с.; «CORNEX», р.; Біомаг- Соя, з.п.; Біомаг-Соя, с.е.; «Актарофіт, КЕ»; Колорадоцид, з.п.; «Soyex», с.е.; «РАТТЕР», р.; «Аміноріз», р.; «Антистресант «Flores», р.	15
3	ТОВ «БІОНАСЕРВІС ПЛЮС»	Нітрофікс (LS); Нітрофікс (CP); Біозлак; НітроЗлак; Нітрофікс (Нітрагін); Різомакс; «Бактофіт», рідка суспензія; «Лепідоцид», в.р.; «Фунгістоп», рідка суспензія ; Бактеронцид гель, рідина гелеподібної форми; НітроМаїс, РН.	11
4	ТІЛЛ НВП «Еко-Гарант»	Біонорма гр.; Агрїїнсекта; Біонорма, р.; Ризоактив Концентрат, п.; Ризоактив Бобові, р.; Ризоактив Концентрат, р.	6
5	ТОВ «БІОНОРМА»	Біонорма гр.; Агрїїнсекта; Біонорма, р.; Ризоактив Концентрат, п.; Ризоактив Бобові, р.; Ризоактив Концентрат, р.	6
6	ТОВ «Черкаський науково- виробничий центр по біологічному захисту рослин»	Родента БІО; «Азотфіксатор на сою», гель; «Триходермін-біо», суспензія; «Фітопсин», суспензія; «Флорабацилін», суспензія; «Планриз-біо», суспензія.	6
7	ДУ «Волинська обласна фітосанітарна лабораторія», «Кіровоградська обласна фітосанітарна лабораторія», «Львівська обласна	Бактоцид, сипуча маса; Планориз ВЛ, в.с.; Сігер Ейр, р; Триходермін ОК, р.	4

1	2	3	4
	фітосанітарна лабораторія», «Полтавська обласна фітосанітарна лабораторія», «Харківська обласна фітосанітарна лабораторія»		
8	ТОВ «Торговий Дім «БТУ- ЦЕНТР»	МІКОФРЕНД, МЕЛАНОРІЗ, СКЛЕРОЦИД, АНДЕРІЗ.	4
9	Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України	АЛЬБОБАКТЕРИН. ДІАЗОБАКТЕРИН. ПОЛІМІКСОБАКТЕРИН. РИЗОГУМІН. РИЗОЛАЙН.	5
10	Інститут мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України	Аверком; Карутт; Ековітал, бактеріальна суспензія, р.	3
11	Інститут агроєкології і природокористування НААН України	РИЗО АКТИВ, марка Р, РИЗО АКТИВ, марки: Т та В; ДЦ (деструктор целюлози).	3
12	Інститут фізіології рослин і генетики НАН України	БАКТЕРІАЛЬНЕ ДОБРИВО «АЗОЛЕК»; «РИЗОСТИМ».	2
13	ТОВ «НВП «Агроєкологія»	РИЗО АКТИВ, марка Р, РИЗО АКТИВ, марки: Т та В; ДЦ (деструктор целюлози).	3
14	ПП «АГРОНОМІКА»	ТМ «Губернаторська» марки «Фітодоктор»; ТМ «Губернаторська» марки «Фітодоктор - Гарбо»; ТМ «Губернаторська» марки «Фітодоктор - Голд».	3
15	ТОВ «КАРАВАН»	«ТрихоПлант», КС; «Байкал ЕМ»; Триходермін ОК, Р-	3
16	ТОВ «Захист-Агро»	Трихофі;, Триходермін ОК, р.	2
17	ТОВ «Сільськогосподарське підприємство «Нива»	Ефект Біо; НітроЗлак.	2
18	1111 «Агро-Адмірал»	АГРОМАР, Р; «АгроМар» mtz, рідина (суспензія).	2
19	ТОВ «Мінераліс Україна»	Біо-Мінераліс, тип «S», РК; Скарадо-М, РК.	2
20	ТОВ «АГРОСОЛУМ»	Сігер Ейр, р.; Триходермін ОК, р.	2
21	ТОВ «Знам'янський агрохім»	Нітротрофін, р.; Триходермін ОК, р.	2
22	ТОВ «НВП МІКРОБНІ БІОТЕХНОЛОГІЇ»	ІНСЕКТУРІН, суспензія; СПОРАЗИН, суспензія.	2
23	ТОВ «Оксаніно»	Трихофіт, р.; Триходермін ОК, р.	2
24	ПАТ «ВНП «Укрзооветпромстач»	Актофіт.	1
25	ПАТ «Біоветфарм»	Актофіт, КЕ.	1
26	ТОВ «Аванте»	ВАІ-SI.	1
27	ТОВ «ТВЦ «Енергія»	Клепс.	1
28	1111 НВП «Агроенергетичні технології»	БІОКОМПЛЕКСАТ.	1

Продовження Додатку В2			
1	2	3	4
29	ТОВ «Торговий Дім «Ензим-Агро»	«BINOC».	1
30	ТОВ «Центр Ефективних Технологій»	Мікробіодобриво БіоАг (“Емочка”), р.	1
31	ТОВ «МІНЕРАЛ БІОСИНТЕЗ»	Цидокс Про, РК.	1
32	1111 «Родоніт»	Ризобакт Супер (марки КЖФ, РЖФ), РК.	1
33	ТОВ «Мікотон-Аглікон»	Мікосан «В» та «Н», 3% в.р.к.	1
34	ТОВ «Агрофірма «Колос»	Мікробіофіт Органік.	1
35	ТОВ «Перфекс Агро»	«Біонеостим», р.	1
36	ТОВ «КОМПАНІЯ «ІМЕКС АГРО»	БІОСТІМ.	1
37	ФОП Оліферчук Сергій Петрович	«Міковітал», РК.	1
38	ФОП Осипенко С.Б.	Біогель-плюс, ГВ.	1
	Разом		126

* За даними Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [70 розділу 1]

Додаток Г

Польова схожість та густина рослин у період сходів залежно від сорту та оброблення насіння мікробними препаратами

Назва та норма препаратів (фактор В)	Польова схожість, %			Густина рослин, шт./м ²		
	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.
Орфей (фактор А)						
Протруювання насіння Супервін (1,5 л/т)	79,8	88,5	87,3	399	442	454
Без оброблення насіння	73,8	89,6	86,9	369	448	452
Оброблення насіння водою	74,4	89,0	87,7	372	445	456
Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	81,0	91,6	90,0	405	458	468
Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т)	82,8	91,0	90,4	414	455	470
Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^Н (0,1 л/т)	84,6	91,3	91,0	423	456	473
Оброблення насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	82,8	91,3	89,0	414	456	463
Живинка (фактор А)						
Протруювання насіння Супервін (1,5 л/т)	71,3	88,0	89,8	356	440	467
Без оброблення насіння	65,3	88,5	90,2	327	442	469
Оброблення насіння водою	66,7	88,2	91,0	333	441	473
Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	70,7	91,8	91,3	354	459	475
Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т)	71,8	92,4	91,5	359	462	476
Оброблення насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^Н (0,1 л/т)	72,9	92,1	91,7	365	461	477
Оброблення насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	69,6	92,7	89,4	348	463	465
НІР ₀₅ часткових відмінностей						
Фактор А	2,9	2,7	3,0	13	8	12
Фактор В	2,9	2,7	3,0	13	8	12
НІР ₀₅ середніх (головних) ефектів						
Фактор А	1.1	1,0	1,1	5	3	4
Фактор В	2.0	1,9	2,2	9	6	8

Додаток Д.1

Динаміка висоти рослин сортів льону олійного залежно від мікробних препаратів, см (2023 р.)

№ з/п	Назва варіанта	Орфей			Живинка		
		ялин-ка	цві-тіння	дости-гання	ялин-ка	цві-тіння	дости-гання
1	Протруювач Супервін (1,5 л/т)	10,7	32,1	49,4	9,1	30,2	46,3
2	Без обробки насіння	10,6	31,9	49,1	9,7	30,2	47,6
3	Обробки насіння водою	10,8	32,5	50,0	9,8	30,6	47,8
4	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	10,9	32,7	50,4	10,2	31,1	48,3
5	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т)	10,9	32,6	50,3	10,1	30,9	48,3
6	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т)	11,0	32,7	51,0	10,4	31,3	48,5
7	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	11,1	32,8	51,1	10,5	31,2	49,4
8	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)	10,9	32,7	50,5	10,3	31,0	49,5
9	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га)	10,9	32,6	50,3	9,9	30,7	49,6
10	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га) + ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	11,2	32,9	51,9	10,6	31,2	50,2
11	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га) + ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)	11,6	33,0	52,5	10,7	31,4	49,9
12	Обробки насіння <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком-Н (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га) + ВВСН-60 <i>Vacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га)	11,5	32,9	52,3	10,6	31,3	50,0
13	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	10,7	32,6	50,1	10,0	30,8	48,4
14	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	11,2	32,7	50,9	10,2	31,0	49,1
15	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га) + Біоспектр (3,0 л/га)	11,4	32,9	51,5	10,6	31,3	49,5
16	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га) + Біоспектр БТ (3,0 л/га) + ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	11,5	33,0	52,3	10,7	31,4	49,9

Додаток Д.2

Динаміка висоти рослин сортів льону олійного залежно від мікробних препаратів, см (2024 р.)

№ з/п	Назва варіанта	Орфей			Живинка		
		ялин-ка	цві-тіння	дости-гання	ялин-ка	цві-тіння	дости-гання
1	Протруювач Супервін (1,5 л/т)	12,2	37,9	52,4	12,1	26,4	47,0
2	Без обробки насіння	12,3	38,7	51,7	12,2	29,7	47,3
3	Обробки насіння водою	12,4	38,9	51,3	12,2	30	47,3
4	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	12,7	39	52,0	12,4	31	48,1
5	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т)	12,8	39,2	52,3	12,6	31,1	49,2
6	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т)	13	39,8	52,7	12,8	32,7	49,9
7	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	13	40	52,9	12,8	32,3	50,1
8	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)	13	40,1	51,4	12,8	33,4	50,1
9	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га)	13	40,2	51,2	12,8	35,3	50,2
10	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га) + ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	13,1	40,2	52,2	12,8	36,7	50,3
11	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком ^H (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га) + ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)	13,1	40,9	52,7	12,8	31,9	50,3
12	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) + Фітовіт (0,05 л/т) + Аверком-Н (0,1 л/т) + ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га) + ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га) + Аверком ^H (0,1 л/га)	13,1	41,8	53,1	12,8	31,8	50,3
13	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	12,8	39,9	50,7	12,3	31,1	48,5
14	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	13	40,8	51,2	12,6	32	48,7
15	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га) + Біоспектр (3,0 л/га)	13,1	40,9	53,5	12,7	33,4	49,8
16	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га) + Біоспектр БТ (3,0 л/га) + ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	13,1	41,1	53,8	12,7	33	50,2

Додаток Е.1

Динаміка накопичення сирової маси посівами льону олійного сорту Орфей, т/га

Назва варіанта	2023 р.			2024 р.		
	ялинка	бутонізація	цвітіння	ялинка	бутонізація	цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,23	2,88	11,31	0,35	4,35	12,23
Обробки насіння водою (контроль)	0,21	2,32	9,20	0,33	3,74	9,66
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,22	2,43	9,67	0,34	3,81	10,93
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	0,22	2,44	9,68	0,34	3,90	11,23
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)	0,22	2,45	9,71	0,34	3,98	11,43
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,22	2,46	9,80	0,34	3,99	11,52
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,22	2,46	9,78	0,34	4,00	11,59
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	0,22	2,46	9,83	0,34	4,11	11,60
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	0,22	2,47	9,83	0,34	4,11	11,60
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,22	2,47	9,83	0,34	4,11	11,60
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,22	2,47	9,83	0,34	4,11	11,73
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,22	2,47	9,83	0,34	4,11	11,74
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,22	2,42	9,68	0,34	3,96	11,61
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,22	2,46	9,75	0,34	4,03	11,62
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,22	2,46	9,78	0,34	4,05	11,62
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,22	2,46	9,82	0,34	4,05	11,63

Додаток Е.2

Динаміка накопичення сирової маси посівами льону олійного сорту Живинка,
т/га

Назва варіанта	2023 р.			2024 р.		
	ялинка	бутонізація	цвітіння	ялинка	бутонізація	цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,20	2,42	10,31	0,33	4,24	12,14
Обробки насіння водою (контроль)	0,19	2,10	8,90	0,28	3,63	9,20
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,19	2,26	9,27	0,30	3,71	11,03
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	0,19	2,24	9,28	0,31	3,71	11,04
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)	0,19	2,28	9,28	0,31	3,74	11,10
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,19	2,28	9,29	0,31	3,89	11,22
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,19	2,29	9,30	0,31	3,90	11,21
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	0,19	2,28	9,30	0,31	3,90	11,24
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,19	2,28	9,30	0,31	3,90	11,30
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,19	2,28	9,30	0,31	3,90	11,33
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	0,19	2,28	9,30	0,31	3,90	11,34
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,19	2,21	9,30	0,30	3,80	11,31
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,19	2,26	9,28	0,30	3,91	11,32
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,19	2,30	9,29	0,30	3,93	11,32
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,19	2,33	9,30	0,30	3,93	11,33

Додаток Е.3

Динаміка накопичення абсолютно сухої маси посівами льону олійного
сорту Орфей, т/га (2023 р.)

Назва варіанта	Суха маса рослин за фазами розвитку			Приріст сухої маси рослин за міжфазними періодами	
	ялинка	бутонізація	цвітіння	ялинка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,05	0,84	2,58	0,79	1,74
Обробки насіння водою (контроль)	0,04	0,76	2,36	0,72	1,60
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,04	0,76	2,36	0,72	1,60
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)	0,04	0,79	2,38	0,75	1,59
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	0,04	0,8	2,4	0,76	1,60
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,04	0,8	2,4	0,76	1,60
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)	0,04	0,79	2,4	0,75	1,61
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,04	0,8	2,4	0,76	1,60
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,04	0,8	2,4	0,76	1,60
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,04	0,8	2,41	0,76	1,61
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,04	0,8	2,43	0,76	1,63
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,04	0,8	2,41	0,76	1,61
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,04	0,79	2,4	0,75	1,61
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,04	0,8	2,42	0,76	1,62
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,22	0,81	2,42	0,59	1,61

Додаток Е.4

Динаміка накопичення абсолютно сухої маси посівами льону олійного
сорту Орфей, т/га (2024 р.)

Назва варіанта	Суша маса рослин за фазами розвитку			Приріст сухої маси рослин за міжфазними періодами	
	ялинка	бутонізація	цвітіння	ялинка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,06	1,02	3,12	0,96	2,10
Обробки насіння водою (контроль)	0,05	0,89	2,84	0,84	1,95
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,05	0,89	2,84	0,84	1,95
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)	0,05	0,9	2,85	0,85	1,95
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	0,05	0,91	2,88	0,86	1,97
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,05	0,92	2,9	0,87	1,98
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,05	0,92	2,91	0,87	1,99
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,05	0,92	2,91	0,87	1,99
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,05	0,92	2,92	0,87	2,00
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,05	0,92	2,92	0,87	2,00
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,34	0,92	2,93	0,58	2,01
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,34	0,93	2,93	0,59	2,00
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,05	0,9	2,9	0,85	2,00
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,05	0,92	2,92	0,87	2,00
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,34	0,93	2,93	0,59	2,00

Додаток Е.5

Динаміка накопичення абсолютно сухої маси посівами льону олійного
сорту Живинка, т/га (2023 р.)

Назва варіанта	Суха маса рослин за фазами розвитку			Приріст сухої маси рослин за міжфазними періодами	
	ялінка	бутонізація	цвітіння	ялінка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,04	0,74	2,27	0,70	1,53
Обробки насіння водою (контроль)	0,035	0,67	2,08	0,64	1,41
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,035	0,67	2,08	0,64	1,41
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)	0,035	0,7	2,09	0,67	1,39
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)	0,035	0,7	2,11	0,67	1,41
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,035	0,7	2,11	0,67	1,41
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,035	0,7	2,11	0,67	1,41
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	0,035	0,7	2,11	0,67	1,41
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,035	0,7	2,11	0,67	1,41
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,035	0,7	2,12	0,67	1,42
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	0,04	0,7	2,14	0,66	1,44
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,04	0,7	2,14	0,66	1,44
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,035	0,7	2,11	0,67	1,41
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,035	0,7	2,13	0,67	1,43
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,194	0,71	2,13	0,52	1,42

Додаток Е.6

Динаміка накопичення абсолютно сухої маси посівами льону олійного
сорту Живинка, т/га (2024 р.)

Назва варіанта	Суша маса рослин за фазами розвитку			Приріст сухої маси рослин за міжфазними періодами,	
	ялінка	бутонізація	цвітіння	ялінка-бутонізація	бутонізація-цвітіння
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	0,05	0,9	2,75	0,85	1,85
Обробки насіння водою (контроль)	0,04	0,78	2,5	0,74	1,72
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	0,04	0,78	2,5	0,74	1,72
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)	0,04	0,79	2,51	0,75	1,72
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	0,04	0,8	2,53	0,76	1,73
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,04	0,81	2,55	0,77	1,74
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+Фітовіт (0,1 л/га)	0,04	0,81	2,56	0,77	1,75
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) +Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,04	0,81	2,56	0,77	1,75
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) +Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)	0,04	0,81	2,57	0,77	1,76
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) +Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га) +ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)	0,04	0,81	2,57	0,77	1,76
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) +Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	0,3	0,81	2,58	0,51	1,77
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	0,3	0,82	2,58	0,52	1,76
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)	0,04	0,79	2,55	0,75	1,76
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га)	0,04	0,81	2,57	0,77	1,76
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	0,3	0,82	2,58	0,52	1,76

Додаток К.1

Водоспоживання льону олійного сорту Орфей з метрового шару
грунту залежно від біологічних препаратів (2023 р.)

Варіанти	Складові водоспоживання				Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
	грунтова волога, м ³ /га	%	опад, м ³ /га	%		
Традиційна технологія – протруювач Супервін (1,5 л/т), N ₄₅ , хімічний захист	1178	56,6	902	43,4	2080	1763
Обробка насіння водою (контроль)	1082	54,5	902	45,5	1984	2718
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	1100	54,9	902	45,1	2002	2472
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	1134	55,7	902	44,3	2036	2610
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	1133	55,7	902	44,3	2035	2576
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1133	55,7	902	44,3	2035	2512
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1149	56,0	902	44,0	2051	2699
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	1161	56,3	902	43,7	2063	2751
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га)+ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	1115	55,3	902	44,7	2017	2401

Додаток К.2

Водоспоживання льону олійного сорту Живинка з метрового шару ґрунту залежно від біологічних препаратів (2023 р.)

Варіанти	Складові водоспоживання				Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
	ґрунтова волога, м ³ /га	%	опад, м ³ /га	%		
Традиційна технологія – протруювач Супервін (1,5 л/т), N ₄₅ , хімічний захист	1182	56,7	902	43,3	2084	2105
Обробка насіння водою (контроль)	1128	55,6	902	44,4	2030	3274
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	1169	56,4	902	43,6	2071	2917
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	1160	56,3	902	43,7	2062	3032
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	1131	55,6	902	44,4	2033	2675
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1131	55,6	902	44,4	2033	3034
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1148	56,0	902	44,0	2050	3015
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	1152	56,1	902	43,9	2054	2977
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га)+ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	1150	56,0	902	44,1	2052	2631

Додаток К.3

Водоспоживання льону олійного сорту Орфей з метрового шару
грунту залежно від біологічних препаратів (2024 р.)

Варіанти	Складові водоспоживання				Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
	грунтова волога, м ³ /га	%	опад, м ³ /га	%		
Традиційна технологія – протруювач Супервін (1,5 л/т), N ₄₅ , хімічний захист	1513	56,4	1223	43,6	2736	2121
Обробка насіння водою (контроль)	1477	54,7	1223	45,3	2700	3000
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	1510	55,3	1223	44,7	2733	2603
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	1510	55,3	1223	44,7	2733	2531
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	1508	55,2	1223	44,8	2731	2506
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1500	55,1	1223	44,9	2723	2569
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1499	54,6	1223	44,9	2722	2452
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	1495	55,1	1223	45,0	2718	2831
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га)+ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	1511	55,0	1223	44,7	2734	2463

Додаток К.4

Водоспоживання льону олійного сорту Живинка з метрового шару ґрунту залежно від біологічних препаратів (2024 р.)

Варіанти	Складові водоспоживання				Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
	ґрунтова волога, м ³ /га	%	опад, м ³ /га	%		
Традиційна технологія – протруювач Супервін (1,5 л/т), N ₄₅ , хімічний захист	1457	54,4	1223	45,6	2680	2179
Обробка насіння водою (контроль)	1317	51,9	1223	48,1	2540	3256
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	1351	52,5	1223	47,5	2574	2709
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	1401	53,4	1223	46,6	2624	2791
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	1326	52,0	1223	48,0	2549	2683
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га	1326	52,0	1223	48,0	2549	2628
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1340	52,3	1223	47,7	2563	2589
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	1336	52,2	1223	47,8	2559	3159
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га)+ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	1350	50,1	1223	47,7	2573	2599

Додаток К.5

Водоспоживання льону олійного сорту Орфей з метрового шару
грунту залежно від біологічних препаратів (2025 р.)

Варіанти	Складові водоспоживання				Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
	грунтова волога, м ³ /га	%	опад, м ³ /га	%		
Традиційна технологія – протруювач Супервін (1,5 л/т), N ₄₅ , хімічний захист	1513	56,4	1223	43,6	2736	2121
Обробка насіння водою (контроль)	1477	54,7	1223	45,3	2700	3000
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	1510	55,3	1223	44,7	2733	2603
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	1510	55,3	1223	44,7	2733	2531
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	1508	55,2	1223	44,8	2731	2506
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1500	55,1	1223	44,9	2723	2569
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1499	54,6	1223	44,9	2722	2452
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	1495	55,1	1223	45,0	2718	2831
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га)+ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	1511	55,0	1223	44,7	2734	2463

Додаток К.6

Водоспоживання льону олійного сорту Живинка з метрового шару ґрунту залежно від біологічних препаратів (2025 р.)

Варіанти	Складові водоспоживання				Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т
	ґрунтова волога, м ³ /га	%	опад, м ³ /га	%		
Традиційна технологія – протруювач Супервін (1,5 л/т), N ₄₅ , хімічний захист	1457	54,4	1223	45,6	2680	2179
Обробка насіння водою (контроль)	1317	51,9	1223	48,1	2540	3256
Обробка насіння препаратом <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)	1351	52,5	1223	47,5	2574	2709
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	1401	53,4	1223	46,6	2624	2791
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)	1326	52,0	1223	48,0	2549	2683
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га	1326	52,0	1223	48,0	2549	2628
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^H (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^H (0,1 л/га)	1340	52,3	1223	47,7	2563	2589
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	1336	52,2	1223	47,8	2559	3159
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т) + ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га)+ВВСН-60 Метаризин БТ (3,0 л/га)	1350	50,1	1223	47,7	2573	2599

Додаток Л.1

Вміст P_2O_5 у ґрунті під посівами льону олійного залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, мг/кг ґрунту (середнє за 2023-2025 рр.)

Сорт (А)	Назва варіанту (В)	Шар ґрунту, см	Період визначення			
			сходи	ялинка	бутонізація	дозрівання
P_2O_5						
Орфей	Контроль (обробка насіння водою)	0-20	90,66	77,66	82,02	71,55
		20-40	65,36	38,61	66,31	40,77
	Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)	0-20	90,66	76,72	81,53	66,58
		20-40	65,36	49,02	44,67	40,87
	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)	0-20	90,66	76,72	63,02	67,22
		20-40	65,36	49,02	59,13	46,68
	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	0-20	90,66	79,11	66,88	75,25
		20-40	65,36	54,49	50,89	38,04
	N ₃₀	0-20	83,26	77,43	87,24	68,52
		20-40	62,18	43,79	64,21	46,26
Живинка	Контроль (обробка насіння водою)	0-20	80,66	87,12	79,07	71,38
		20-40	65,36	67,27	71,05	42,49
	Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)	0-20	80,66	91,23	88,49	77,69
		20-40	65,36	56,63	39,79	38,77
	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)	0-20	80,66	91,23	124,64	82,50
		20-40	65,36	56,63	73,99	82,04
	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	0-20	80,66	80,55	128,53	76,67
		20-40	65,36	59,59	79,59	67,25
	N ₃₀	0-20	83,26	76,67	81,28	76,04
		20-40	62,18	49,23	64,71	40,83
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$			74,95±5,04	66,94±7,52	74,85±10,13	60,87±7,59
V.%			14,74	24,59	29,63	27,31

Додаток Л.2

Вміст K_2O у ґрунті під посівами льону олійного залежно від сорту та мікробіологічних препаратів, мг/кг ґрунту (середнє за 2023-2025 рр.)

Сорт (А)	Назва варіанту (В)	Шар ґрунту, см	Період визначення				
			сходи	ялинка	бутонізація	дозрівання	
K_2O							
Орфей	Контроль (обробка насіння водою)	0-20	360	335	286	318	
		20-40	227	176	180	204	
	Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)	0-20	360	318	296	268	
		20-40	227	190	169	138	
	Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)	0-20	360	318	257	258	
		20-40	227	190	222	168	
	Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	0-20	360	334	240	318	
		20-40	227	238	185	162	
	N ₃₀	0-20	338	356	347	257	
		20-40	205	200	200	185	
	Живинка	Контроль (обробка насіння водою)	0-20	360	440	280	235
			20-40	227	268	196	205
Обробка насіння препаратами <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)		0-20	360	436	356	296	
		20-40	227	237	155	205	
Обробки насіння <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ АверкомН (0,1 л/т)+ВВСН-19 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)+ВВСН-60 <i>Bacillus</i> sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ АверкомН (0,1 л/га)		0-20	360	436	506	333	
		20-40	227	237	254	189	
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т),ВВСН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВВСН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)		0-20	360	436	458	341	
		20-40	227	237	247	218	
N ₃₀		0-20	338	356	253	326	
		20-40	205	204	206	177	
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$			289±31	297±42	265±42	240±29	
V.%			23,8	30,9	34,9	26,8	

Додаток М.1

Кількість мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у ризосферному ґрунті льону сорту Живинка в фазу цвітіння, млн КУО на грам АСГ
(середні значення за 2023-2024 рр.)

Варіант	Горизонт (см)	Педотрофні	Амілітичні	Амоніфікувальні	Олігоазотрофні та азотфіксувальні	Фосфатмобілі- зувальні
3	0-20	86,1	145,5	183,8	123,6	35,1
	20-40	63,9	62,9	104,6	67,7	42,2
4	0-20	125,9	163,6	166,4	162,8	50,0
	20-40	52,5	85,8	124,7	55,1	33,4
5	0-20	129,5	117,9	218,8	88,7	27
	20-40	31,1	41,0	134,4	26,9	24,6
6	0-20	135,	154,3	296,5	129,8	33,0
	20-40	27,7	39,3	87,1	44,9	21,2
12	0-20	99,7	199,2	317,5	151,3	78,1
	20-40	29,7	27,4	46,0	18,1	17,2
16	0-20	38,1	75,2	105,3	65,7	90,8
	20-40	24,5	32,6	144,3	46,4	12,0

Додаток М.2

Кількість мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у ризосферному
грунті льону сорту Орфей в фазу цвітіння, млн КУО на грам АСТ
(середні значення за 2023-2024 рр.)

Варіант	Горизонт (см)	Педотрофні	Амілітичні	Амоніфікувальні	Олігоазотрофні та азотфіксувальні	Фосфатмобілі- зувальні
3	0-20	49,6	39,9	60,6	258,4	165,2
	20-40	80,0	82,6	66,8	42,4	48,9
4	0-20	74,0	63,9	70,8	222,0	76,9
	20-40	46,4	57,0	47,7	41,8	47,2
5	0-20	67,6	118,9	188,4	458,3	113,9
	20-40	60,7	107,5	119,2	142,5	100
6	0-20	19,4	40,4	51,0	47,4	41,3
	20-40	47,0	66,6	73,7	60,2	47,1
12	0-20	54,4	39,2	65,2	27,7	39,4
	20-40	76,1	87,9	63,9	52,6	48,7
16	0-20	37,3	32,1	39,1	28,6	133,2
	20-40	70,5	75,3	64,1	61,0	49,2

Додаток М.3

Кількість мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп у ризосферному ґрунті льону сорту Живинка в фазу дозрівання, млн КУО на грам АСТ
(середні значення за 2023-2024 рр.)

Варіант	Горизонт (см)	Педотрофні	Амілолітичні	Амоніфікувальні	Олігоазототрофні та азотфіксувальні	Фосфатмобілі- зувальні
3	0-20	318,6	57,3	93,2	353,4	25,5
	20-40	374,2	187,7	138,6	336,3	18,0
4	0-20	197,0	418,6	125,4	232,0	27,8
	20-40	371,0	514,4	237,3	360,9	8,9
5	0-20	284,8	357,7	100,5	245,4	47,3
	20-40	381,1	347,7	186,5	420,0	22,5
6	0-20	328,7	142,3	135,9	363,3	33,7
	20-40	506,6	320,1	163,1	561,2	11,2
13	0-20	346,8	319,1	149,9	303,0	20,1
	20-40	539,4	377,2	191,1	509,2	8,2

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 18:36:33 12.03.2026

Назва файлу з підписом: Дисертація Мельник М.А..pdf.asice
Розмір файлу з підписом: 4.2 МБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Дисертація Мельник М.А..pdf
Розмір файлу без підпису: 4.8 МБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Мельник Микола Андрійович

П.І.Б.: Мельник Микола Андрійович

Країна: Україна

РНОКПП: 2928301552

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 18:36:34
12.03.2026

Сертифікат виданий: КНЕДП monobank | Universal Bank

Серійний номер: 10FF6F932221FA00AF7F140000000021DE4848F

Алгоритм підпису: ДСТУ 4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований

Версія від: 2025.08.25 13:00