

ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОРТІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Т. В. Бакланова¹, В. В. Гамаюнова², Л. Г. Хоненко², В. Б. Гаврилюк³

¹ ДУ “Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН”

² Миколаївський національний аграрний університет

³ Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

У дослідженнях, проведених у Південному Степу України, визначено вплив передпосівної обробки насіння, мінерального живлення та позакореневого підживлення на врожайність насіння льону олійного сортів Орфей і Добродар. Найвищу врожайність вони формували за поєднання Біо-гелю, мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ та підживлення Мікромінераліс Олійні, що забезпечило приріст урожайності на 25–30%. Обробка насіння Біо-гелем підвищувала врожайність на 0,12–0,18 т/га, а більш продуктивним визначено сорт Добродар. Комплексне застосування біо- та мінеральних препаратів сприяло кращому засвоєнню поживних речовин і підвищенню стійкості рослин до посухи.

Ключові слова: льон олійний, урожайність насіння, сорти, оптимізація живлення, обробка насіння, мінеральні добрива, біопрепарати, позакореневе підживлення, Південний Степ України.

Вступ. Льон олійний (*Linum usitatissimum* L.) нині розглядають як одну з найбільш перспективних олійних культур для аграрного сектору України. В останні роки відбувається зростання попиту на насіння льону та продукти його переробки як на внутрішньому, так і на світовому ринках, що супроводжується підвищенням їхньої ринкової вартості. Така тенденція пов'язана з ростом зацікавленості споживачів до продуктів здорового харчування та збільшенням використання рослинних олій із підвищеною біологічною цінністю порівняно з традиційними культурами – соняшником, ріпаком і соєю (Zadytko, Gamajunova 2024; Xing, Tang 2021; Stavropoulos et al. 2023). Продуктивність цієї культури істотно залежить від комплексу агротехнічних заходів, серед яких провідне місце займають передпосівна обробка насіння, внесення добрив та проведення позакореневих підживлень.

За даними численних досліджень, передпосівна обробка насіння сприяє підвищенню енергії проростання, польової схожості та стійкості рослин до несприятливих умов середовища. Використання біологічних препаратів на основі *Trichoderma*, *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum* стимулює ріст кореневої системи, активізує обмін речовин і забезпечує формування міцних, вирівняних сходів. Обробка насіння біопрепаратами підвищує активність ферментних систем і фотосинтетичний потенціал, що особливо важливо в умовах дефіциту вологи



*Corresponding author

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

(Hamaïunova et al. 2023; Hamaïunova et al. 2024; Kucher 2023; Poliakov et al. 2019; Zaiets et al. 2025; Rudik; Lototskyi 2024; Syabruk et al. 2021; Shuvar et al. 2021; Kucher 2023).

Сучасними дослідженнями встановлено значну роль мінерального живлення у формуванні врожайності льону. Оптимальне забезпечення рослин макроелементами, зокрема азотом, фосфором і калієм, сприяє підвищенню біомаси та покращенню якості насіння (Poliakov et al. 2018; Tovstanovska 2015; Konovalova 2021; Tsyhankova et al. 2023; Tsyhankova et al. 2024; Rudik 2018). Надмірне застосування азотних добрив, однак, може призводити до подовження вегетаційного періоду та зниження вмісту жиру в насінні. У зв'язку з цим важливо поєднувати мінеральне живлення з органічними та біологічними компонентами, що забезпечує збалансоване постачання усіх елементів живлення впродовж онтогенезу рослин.

Позакореневе підживлення, особливо в критичні фази росту (бутонізація, початок цвітіння), має важливе значення у підвищенні продуктивності льону. Обробка посівів мікроелементами (бор, марганець, цинк, мідь) у поєднанні з амінокислотами й гуміновими речовинами сприяє покращенню фотосинтетичної діяльності, інтенсифікації обміну вуглеводів і синтезу ліпідів. Особливо ефективним є застосування бору, який приймає участь у процесах запилення, формуванні насіння й транспорту цукрів, що безпосередньо позначається на кількості та якості врожаю (Gamaïunova, Zadyrko 2024; Gamaïunova et al. 2024; Siabruk et al. 2021;).

У посушливих умовах Південного Степу України поєднання передпосівної обробки насіння біостимуляторами, оптимізованого мінерального живлення та позакорневих підживлень дозволяє послабити вплив абіотичних стресів і стабілізувати рівень урожайності. Такі підходи забезпечують не лише підвищення продуктивності, а й екологічну безпечність технологій вирощування льону олійного.

Таким чином, літературні джерела підтверджують, що ефективність виробництва льону олійного значною мірою обумовлюється поєднанням сучасних агробіологічних технологій, які поєднують комплексну дію біопрепаратів, раціональні підходи до живлення у тому числі і проведення підживлень. Це створює передумови для розроблення адаптованих до кліматичних умов підходів удобрення з елементами біологізації вирощування культури в Україні.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі ДУ “Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН” за загальноприйнятими методиками (Didora et al. 2013; Rozhkov et al. 2016; Rozhkov et al. 2016). Сорти льону олійного Орфей та Добродар розміщували після пшениці озимої. Ґрунтова відміна – чорнозем південний з вмістом гумусу в орному шарі ґрунту 3,2–3,3%, середньою забезпеченістю рухомими формами азоту, фосфору і калію. Агротехніка вирощування льону олійного у досліді була загальноприйнятою для зони Півдня України, окрім факторів, що взяті на дослідження.

Льон олійний висівали у третій декаді березня – першій декаді квітня, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягала 6–8 °С. Перед сівбою насіння льону олійного обробляли органічним добривом Біо-гель у нормі 200 мл/т. Препарат містить бактеріальні інокулянти, природний фунгіцид та гумати, що

сприяють відновленню родючості ґрунту, посилюють його водоутримуючу здатність, підвищують стійкість рослин до стресових факторів, стимулюють розвиток кореневої системи та знижують потребу у використанні хімічних засобів захисту. Насіння також протруювали фунгіцидом Максим XL 035 FS у нормі 1,0 л/т для захисту від комплексу насіннєвих і ґрунтових інфекцій. У фазу 4–6 листків проводили позакореневе підживлення рослин препаратом Мікро-Мінераліс Олійні 0,5 л/га (за витрати робочої рідини 250 л/га) відповідно до схеми досліджу. Це рідке комплексне мікродобриво для позакореневого підживлення олійних культур, яке сприяє підвищенню вмісту жиру в насінні та виходу олії за зростання врожайності. Це також зміцнює імунітет, підвищує стійкість рослин до посухи та оптимізує водний баланс. До складу препарату входять бор, мідь і цинк, що позитивно позначаються на накопиченні олії та фосфоліпідів у насінні.

Схема досліджу включала 3 фактори: *Фактор А* – сорти льону олійного (Орфей та Добродар). *Фактор В* – Обробка насіння перед сівбою: 1. Обробка водою; 2. Обробка препаратом Біогель 200,0 мл/т. *Фактор С* – Фон живлення (1.Контроль; 2. Позакореневе підживлення Мікромінераліс Олійні; 3. $N_{30}P_{30}K_{30}$; 4. $N_{30}P_{30}K_{30}$ + позакореневе підживлення Мікромінераліс Олійні; 5. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + позакореневе підживлення Мікромінераліс Олійні). Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю льону олійного проводили згідно зональних методичних рекомендацій та ДСТУ.

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті проведених досліджень встановлено, що врожайність насіння льону олійного істотно залежала від системи живлення та погодних умов року вирощування та дещо різнилася за сортами. Найвищий рівень урожайності в середньому за три роки отримали за поєднання мінерального живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ із позакореневим підживленням препаратом Мікромінераліс Олійні за поєднання з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Біо-гель. Порівняно з контролем приріст урожайності у цьому варіанті становив у середньому 0,35–0,42 т/га, або 25–30 %. Сортом Орфей у цьому ж варіанті врожайність сформовано на рівні 1,69–1,92 т/га, тоді як сорту Добродар – 1,59–1,77 т/га, що перевищувало варіанти контролю (обробка водою без добрив) на 0,3–0,5 т/га (табл. 1).

Покращення живлення за рахунок мінеральних добрив та проведення позакореневого підживлення підвищувало врожайність насіння порівняно з контролем у середньому на 12–25%. Застосування Біо-гелю для передпосівної обробки насіння у всіх варіантах забезпечувало додаткове зростання врожайності на 0,12–0,18 т/га порівняно з обробкою водою, що очевидно пов'язано з підвищенням енергії проростання та розвитком рослин на ранніх етапах онтогенезу, що вплинуло на врожайність (рис. 1).

Варіанти з поєднанням помірного удобрення ($N_{15}P_{15}K_{15}$) та проведенням позакореневого підживлення також характеризувалися підвищенням продуктивності – особливо у 2024 та 2025 роках, для яких характерними були посушливі умови в період наливу насіння. Загалом різниця у рівнях врожайності насіння сортів льону олійного залежно від прийнятих доз удобрення була незначною і була близькою до похибки досліджу.

У роки досліджень урожайність варіювала в межах 1,05–2,02 т/га, що пояснюється відмінностями у гідротермічних умовах вегетаційного періоду. Найсприятливішими для формування врожаю були умови 2024 року. Найнижчу

врожайність сортами льону олійного сформовано у 2025 році, що пояснюється менш сприятливими кліматичними умовами в період формування насіння. Фактично урожайність насіння у цьому найбільш посушливому році сформована за рахунок опадів, що випали у квітні-травні (рис. 2).

Таблиця 1

Урожайність насіння льону олійного за впливу сорту, передпосівної обробки насіння, оптимізації живлення та умов року вирощування, т/га

Варіант живлення (фактор С)	2023 р.		2024 р.		2025 р.		2023 р.		2024 р.		2025 р.	
	Передпосівна обробка насіння						Передпосівна обробка насіння					
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Сорт Орфей (фактор А)						Сорт Добродар (фактор А)					
Контроль	1,32	1,48	1,20	1,34	1,05	1,18	1,42	1,58	1,26	1,40	1,10	1,24
Мікроміне- раліс Олійні	1,44	1,61	1,31	1,46	1,14	1,27	1,53	1,70	1,36	1,52	1,21	1,35
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,56	1,72	1,40	1,55	1,17	1,30	1,63	1,81	1,47	1,63	1,35	1,50
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Мікроміне- раліс Олійні	1,69	1,86	1,56	1,73	1,34	1,49	1,73	1,92	1,59	1,77	1,39	1,55
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	1,46	1,62	1,32	1,48	1,14	1,28	1,50	1,67	1,37	1,53	1,18	1,32
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Мікроміне- раліс Олійні	1,57	1,74	1,42	1,58	1,20	1,35	1,83	2,02	1,61	1,80	1,44	1,61
НР ₀₅												
фактор А	0,04		0,03		0,03							
фактор В	0,12		0,10		0,09							
фактор С	0,10		0,08		0,08							
фактори АВ	0,08		0,06		0,05							
фактори АС	0,07		0,05		0,03							
фактори ВС	0,08		0,06		0,05							
фактори АВС	0,12		0,11		0,10							

Примітки: 1 – обробка водою; 2 – обробка Біо-гель

На рисунку 2 наведена врожайність насіння льону олійного сортів Орфей та Добродар за вирощування у роки досліджень залежно від передпосівної обробки насіння. В усі роки досліджень обробка насіння препаратом Біо-гель забезпечила підвищення врожайності порівняно з обробкою його водою. Середній приріст урожайності становив 0,12–0,17 т/га у сорту Орфей та 0,15–0,20 т/га у сорту Добродар. Найвищу врожайність – 1,78 т/га сформовано сортом Добродар у 2023 році за обробки насіння Біо-гелем, що свідчить про його кращу реакцію на оптимізацію живлення, вищу адаптивність до умов посушливого клімату та більш ефективне використання вологи.

Дисперсійним аналізом підтверджено, що найвагоміший вплив на врожайність чинив фактор живлення (С) – НР_{0,5} = 0,08–0,10, а також значущими були взаємодії АС та ВС, що свідчить про різну реакцію сортів на підходи до оптимізації живлення.

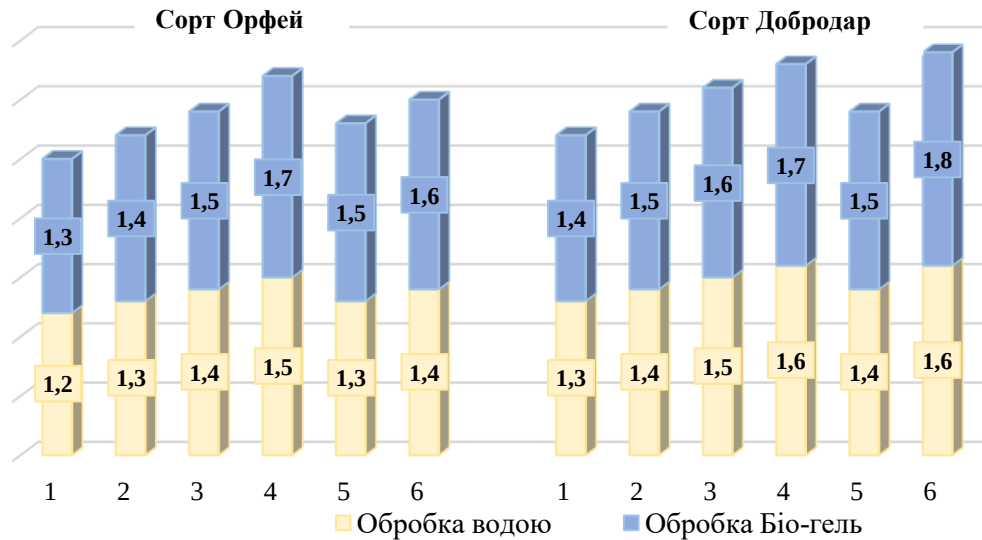


Рис. 1. Урожайність насіння льону олійного залежно від варіантів живлення та передпосівної обробки насіння (середнє за 2023–2025 рр.)

1 – Контроль; 2 – Позакореневе підживлення Мікромінераліс Олійні;
 3 – $N_{30}P_{30}K_{30}$; 4 – $N_{30}P_{30}K_{30}$ + позакореневе підживлення Мікромінераліс Олійні;
 5 – $N_{15}P_{15}K_{15}$; 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + позакореневе підживлення Мікромінераліс Олійні

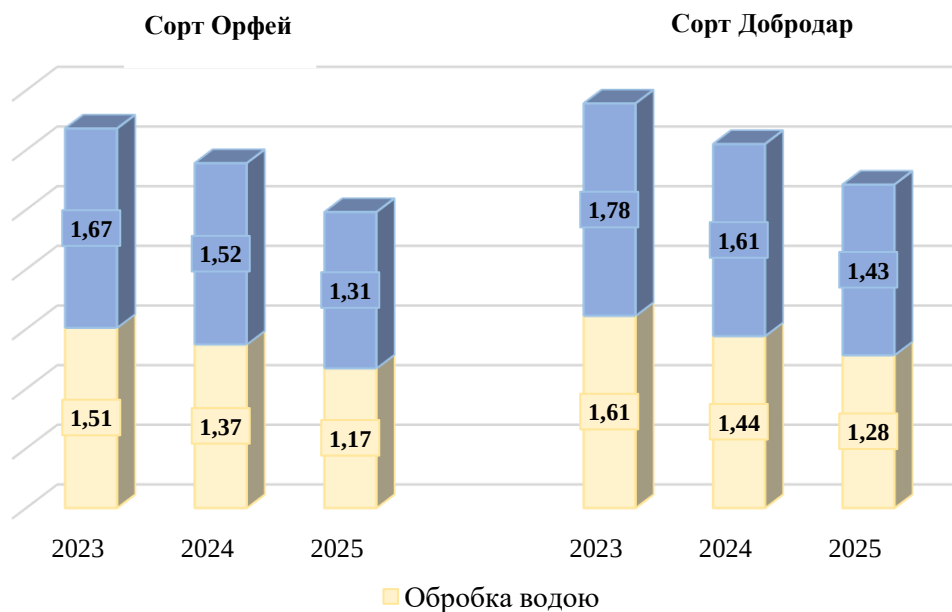


Рис. 2. Урожайність сортів льону олійного залежно від обробки насіння (середнє по варіанту живлення)

Підвищення врожайності насіння за комбінації Біо-гель + Мікромінераліс Олійні + $N_{30}P_{30}K_{30}$ свідчить про синергетичний ефект між біостимулюючими та

мінеральними складовими, що забезпечує краще проростання насіння, активізацію кореневої системи та підвищення коефіцієнта використання елементів живлення.

Висновки. Таким чином, у посушливих умовах Південного Степу поєднання комплексного удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ або $N_{15}P_{15}K_{15}$ з позакореневим підживленням Мікромінераліс Олійні у фазу 4-6 листків і передпосівною обробкою насіння Біо-гелем забезпечує максимальну реалізацію потенціалу продуктивності льону олійного обох сортів в різні за кліматичними умовами роки вирощування.

References

Didora VH, Rybak MF, Shvab SB (2010) Vplyv elementiv tekhnolohiyi na pokaznyky yakosti l'onu oliynoho (Influence of technological elements on the quality indicators of linseed). Zbirnyk naukovykh prats' Umans'koho natsional'noho universytetu sadivnytstva. Chastyna 1. Ahronomiya. 74(1): 39–47

Gamajunova VV, Sydiakina OV, Zadyrko RV (2024) Formuvannya pokaznykiv yakosti vykorystannya l'onu oliynoho za diyii makro- ta mikrodbryv v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy (Formation of oil flax seed quality indicators under the influence of macro- and microfertilizers in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine). Visnyk Umans'koho natsional'noho universytetu sadivnytstva. 104(1): 343–354. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-343-354.

Gamajunova VV, Zadyrko RV (2024) Vplyv makro- ta mikrodbryv na formuvannya vrozhaynosti l'onu oliynoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy (Influence of macro- and microfertilizers on the formation of oil flax yield in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine). Ahrarni innovatsiyi. 23: 234–240. DOI: 10.32848/agra.innov.2024.23.34

Hamaiunova VV, Zadyrko RV (2023) Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhyvlennia na vodospozhyvannia lonu oliynoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy (The impact of seed treatment and resource-saving nutrition on water consumption of oilseed flax in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine). Ahrarni innovatsii. 22: 186–192 DOI: 10.32848/agra.innov.2023.22.29

Hamaiunova VV, Zadyrko RV (2024) Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhyvlennia na vysotu roslyn lonu oliynoho v umovakh pivdennoho stepu Ukrainy (The effect of seed treatment and resource-saving nutrition on the height of oilseed flax plants in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine). Tavriiskyi naukovyi visnyk. 137: 56–62 DOI: 10.32782/2226-0099.2024.137.7

Konovalova VM (2021) Nasinnyeva produktyvnist' sortiv l'onu oliyno-zalezhno vid umov zvolozhennia ta udobrennia na pivdni Ukrainy (Seed productivity of oil flax varieties depending on moisture and fertilization conditions in southern Ukraine). dysertatsiya. Kherson. 159 p.

Kucher IP (2023) Formuvannya produktyvnosti sortiv lonu oliynoho zalezhno vid tekhnolohichnykh zakhodiv v umovakh Lisostepu zakhidnoho (Formation of productivity of oil flax varieties depending on technological measures in the conditions of the Western Forest-Steppe). Dysertatsiia. Kamianets-Podilskyi. 199 s.

Poliakov OI, Nikitenko OV, Makhno OO (2019) Vplyv ahropriiomiv vyroshchuvannia na vodospozhyvannia lonu oliynoho sortu Vodohrai (The influence of acropriimos of verication on water consumption of oil flax of the Vodograi variety). Naukovo-tekhnichnyi biuleten IOK NAAN. 27: 117–124

Poliakov OI, Nikitenko OV, Makhno OO (2018) Reaktsiya l'onu oliynoho na dodatkovye zhyvlennya za riznymi systemamy osnovnoho zarobitku obgruntovano (Response of oil flax to additional fertilization under different tillage systems). Naukovo-tekhnichnyy byuleten' IOK NAAN. 25: 125–134

Rozhkov AO, Puzik VK, Kalenska SM, Puzik LM, Popov SI, Muzafarov NM, Bukhalo VYa, Kryshchak YeA (2016) Doslidna sprava v ahronomiyi: navchal'nyy posibnyk: u 2 kn. Kn. 1. (Experimental work in agronomy: Textbook in 2 books. Book 1.) Teoretychni aspekty doslidnyts'koyi spravy / za red. Rozhkova A. O. Kharkiv. 316 p.

Rozhkov AO, Puzik VK, Kalenska SM, Puzik LM, Popov SI, Muzafarov NM, Bukhalo VYa, Kryshchak YeA (2016) Doslidna sprava v ahronomiyi: navchal'nyy posibnyk: u 2 kn. Kn. 2. (Experimental work in agronomy: Textbook in 2 books. Book 1.) Teoretychni aspekty doslidnyts'koyi spravy / za red. Rozhkova A. O. Kharkiv. 342 p.

Rudik OL (2018) Dynamika rozvytku ta produktyvnist' l'onu oliyno-zalezno vid umov zvolozhennya, udobrennnya, shyryny mizhryaddya ta normy vysivu na Pivdenniy Ukrayini (Dynamics of development and productivity of oil flax depending on moisture conditions, fertilization, row spacing, and sowing rates in southern Ukraine). Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny. 5(75).

Rudik OL, Lototskyi OV (2024) Perspektyvy zastosuvannya biopreparativ u tekhnolohiyi vyroshchuvannya l'onu oliynoho (Perspectives of biological preparations application in the technology of oil flax cultivation). Tavriyskyi naukovy visnyk, (141, Part 2): 68–75 DOI: 10.32782/2226-0099.2024.141.2.10

Shubar AM, Rudavska NM, Dziubailo AH (2021) Produktyvnist lonu oliinoho zalezno vid vplyvu biopreparativ ta kompleksnykh mikrodozov (Productivity of oilseed flax depending on the influence of biological products and complex microfertilizers). Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo. 69 (1): 142–156 DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-9

Siabruk TA, Konovalova VM, Levenets TP, Rudik OL (2021) Vplyv biolohichnykh preparativ na produktyvnist lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy (The influence of biological preparations on the productivity of oilseed flax in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine). Silskohospodarska mikrobiolohiia. 34: 61–68 DOI: 10.35868/1997-3004.34.61-68.

Stavropoulos P, Mavroeidis A, Papadopoulos G, Roussis I, Bilalis D, Kakabouki I (2023) On the Path towards a “Greener” EU: A Mini Review on Flax (*Linum usitatissimum* L.) as a Case Study. Plants. 12: 1–13.

Siabruk TA, Konovalova VM, Kaznovskyi OV, Rudik OL (2021) Formuvannya urozhaynosti l'onu oliynoho pry vykorystanni biolohichnykh preparativ dlya obrobky konsystentsiyi ta posiviv (Formation of oil flax yield under the influence of biological preparations for seed and crop treatment). Byuleten' Instytut oliynykh kul'tur NAAN, 30: 96–104. DOI: 10.36710/ioc-2021-30-10

Tovstianovska TH (2015) Lon bez obmanu (Flax without deception). Farmer the Ukrainian. 3: 106–109

Tsygankova VA, Andreev AM, Andrushevich YaV, Kopich VM, Pilyo SH, Brovarets VS (2024) The effect of synthetic plant growth regulators and microfertilizers on the vegetative growth of flax. X International Scientific and Practical Conference «World science priorities». Vienna. Austria: 16–20 DOI: 10.5281/zenodo.11244638

Tsyhankova VA, Andrieiev AM, Andrusyevych YaV, Kopich VM, Kliuchko SV, Pilo SH, Brovarets VS (2023) Vykorystannia ivinu, metiuru, kameturu ta mikrodozov

dlia polipshennia rostu lonu oliinoho (*Linum usitatissimum* L.) (Use of ivermectin, methionin, calcium and microfertilizers to improve the growth of oil flax (*Linum usitatissimum* L.). *Annali d'Italia*. 48: 3–7 DOI: 10.5281/ZENODO.10034698

Xing Z, Tang Y (2021) Flaxseed oil: extraction, health benefits and products. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 13(1): 1–19.

Zadyrko RV, Gamajunova VV (2024) Current state and prospects for oil flax production. *Tavriyskyi naukovyi visnyk*. (136, Part 1): 145–157. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.136.1.19

Zaiets S, Melnyk M, Zhygailo T, Yuzyuk S, Kyrylov Y, Zhygailo O, Tytova L, Shevchuk N (2025) Productivity of oilseed flax varieties with the use of microbiological preparations in the system of organic farming in southern Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 26: 315–325 DOI: 10.12912/27197050/209606

INFLUENCE OF NUTRITION OPTIMIZATION ON SEED YIELD OF OIL FLAX VARIETIES UNDER CONDITIONS OF THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

T. V. Baklanova¹, V. V. Hamaiunova², L. H. Khonenko², V. B. Havryliuk³

¹ State Institution «Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Climate-Oriented Agriculture of NAAS»

² Mykolaiv National Agrarian University

³ Berezhan Agricultural Institute of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The article presents the results of a three-year study on the influence of seed pre-sowing treatment, nutrition optimization, and foliar feeding on the seed yield of oil flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties Orfei and Dobrodar under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. The experiments were conducted on southern chernozem soil at the experimental field of the State Institution «Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Climate-Oriented Agriculture of NAAS» according to generally accepted methods. Before sowing, the seeds were treated with the biological preparation Bio-gel (200 ml/t). During the 4–6 leaf stage, foliar feeding was applied using the complex micronutrient fertilizer Micromineralis Oil Crops (0.5 l/ha). The results showed that oil flaxseed yield was significantly influenced by variety, nutritional variant, and growing year. The highest yield was obtained with a combination of Bio-gel seed treatment, mineral fertilization with $N_{30}P_{30}K_{30}$ or $N_{15}P_{15}K_{15}$, and foliar feeding with Micromineralis Oil Crops – the yield increase compared to the control ranged from 0.35 to 0.42 t/ha (25–30%). Pre-sowing seed treatment with Bio-gel increased yield by 0.12–0.18 t/ha on average compared to water treatment. The Dobrodar variety demonstrated slightly higher productivity, which is apparently due to its better response to nutrition optimization. Analysis of variance confirmed that the nutrition factor had the most significant effect on seed yield ($LSD_{0.5} = 0.08–0.10$). The application of an integrated approach to plant nutrition ensured better nutrient uptake, improved drought resistance in plants, and contributed to a more stable yield level.

Key words: oil flax, seed yield, varieties, nutrition optimization, seed treatment, mineral fertilizers, biopreparations, foliar feeding, Southern Steppe of Ukraine.