

УДК 631.524.85:631.811:631.53.01(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.31>

УРОЖАЙНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ, СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЗЕЛІНСЬКИЙ Ю.А. – в.о. директора*orcid.org/0009-0004-1033-7878*

Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук»

Постановка проблеми. У сучасних умовах ведення сільського господарства, особливо в зоні Південного Степу України, агровиробництво значною мірою обумовлюється численними викликами, зумовленими як кліматичними змінами (зростання температур, дефіцит вологи), так і необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів. Зокрема, культура льону олійного, яка має високу біологічну цінність та потенціал для збільшення посівних площ, потребує удосконалення елементів технології, які спрямовані на стабілізацію врожайності та покращення якості насіння. Традиційні підходи до мінерального живлення не завжди забезпечують повну реалізацію потенціалу культури, особливо за абіотичних стресів, які щорічно повторюються. Тому актуальним напрямом для вчених є проведення комплексних польових досліджень, спрямованих на встановлення оптимального поєднання добору сортового складу, передпосівної обробки насіння, застосування мінеральних добрив та проведення позакореневого підживлення біопрепаратами, що активізують обмінні процеси та підвищують стійкість рослин до несприятливих чинників. Вивчення цих питань дозволить розробити ефективні й адаптовані елементи технології вирощування льону олійного в умовах посушливого Степу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Урожайність насіння льону олійного є одним із основних складових ефективності вирощування цієї культури, оскільки саме вона визначає загальний вихід товарної продукції та є основою для оцінки економічної доцільності впроваджених елементів технології. В умовах зростання попиту на рослинні олії, зокрема на лінолеву та лінолеву, що містяться у насінні льону, стабільне забезпечення високого рівня врожаю стає пріоритетом як у наукових розробках, так і у виробничій діяльності [1-3].

Порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, льон олійний вирізняється відносно низьким використанням поживних речовин на формування одиниці врожаю. Водночас, через обмежену тривалість вегетаційного періоду, рослини характеризуються підвищеною потребою в легкодоступних елементах живлення, особливо на ранніх етапах росту. Як засвідчують результати численних наукових досліджень, застосування мінеральних добрив суттєво підвищує врожайність льону, сприяє кращому засвоєнню макро- та мікроелементів, активізації метаболізму та формуванню високої продуктивності насіння [4-8].

Використання біологічних препаратів на різних етапах розвитку льону олійного сприяє активізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, що позитивно позначається на їх рості, розвитку та формуванні якісного насіння. Проведеними дослідженнями [9-11] визначено, що включення біопрепаратів до технологічної схеми вирощування, дозволяє підвищити ефективність живлення, поліпшити агрофізичний стан ґрунту і зменшити вплив стресових факторів середовища, що в кінцевому підсумку забезпечує приріст урожайності та покращення якості вирощеного насіння.

Урожайність залежить від ряду факторів, серед яких важливу роль мають сортові особливості, забезпечення рослин елементами живлення, біологічна активність ґрунту, погодні умови та елементи технології вирощування. В останні роки особливо важливим є використання інтегрованих ресурсощадних підходів до живлення, які поєднують мінеральні добрива з біологічними препаратами та передпосівною обробкою насіння. Це дозволяє найбільш максимально проявитись генетичному потенціалу сорту.

Так, дослідженнями [12] визначено, що поєднання передпосівної обробки насіння препаратом Баст Комплекс (0,5 л/т) з проведенням позакореневого підживлення у фазу «ялінка» (бор – 1 л/га, Органік Д-2М – 2 л/га або Баст Комплекс – 1,5 л/га) на фоні внесення комплексного мінерального добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$ призвело до істотного підвищення врожайності насіння льону олійного. Завдяки такій ресурсозберігаючій системі живлення рівень урожайності зростав на 0,51–0,58 т/га, що перевищувало контроль на 49–56%. На думку авторів, ефективність зумовлена покращенням стартового росту, інтенсифікацією живлення та посиленням стійкості рослин до стресових чинників. Їх результати засвідчують доцільність проведення підживлення мікроелементами у поєднанні з мінеральними добривами для реалізації потенціалу продуктивності льону олійного в умовах Південного Степу України. Такий підхід дозволяє не лише знизити витрати на вирощування, а й зберегти існуючу родючість та покращити екологічний стан агроєкосистеми [13, 14].

Таким чином, рівень урожайності насіння льону олійного є не лише критерієм економічної ефективності, а й індикатором рентабельності елементів технології та її відповідності сучасним вимогам ресурсощадного, сталого землеробства.

Метою досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та ресурсощадного живлення, а саме внесення комплексного мінерального добрива і проведення позакоренових підживлень препаратами на формування врожаю насіння сортів льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатир за вирощування їх на чорноземі південному в умовах зони Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі ДУ “Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН” за загальноприйнятими методиками [15-17].

Сорти льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатир вирощували 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 дослідках була загальноприйнятною для зони Півдня України.

Льон олійний висівали у третій декаді березня – першій декаді квітня, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягала 6–8 °С. Сівбу проводили нормою 5,5–7,0 млн схожих насінин на гектар, з глибиною загортання насіння 2–3 см. Перед сівбою насіння льону олійного обробляли біологічним препаратом Азотофіт у нормі 1,0 л/т для покращення азотного живлення та стимуляції росту, а також протруювали фунгіцидом Максим XL 035 FS у нормі 1,0 л/т з метою захисту від комплексу насінневої та ґрунтової інфекцій. У фазу 4-6 листків проводили позакореневе підживлення рослин згідно схеми досліді Органік баланс 1,0 л/га. На початку бутонізації проводили позакореневе підживлення Органік балансом 1,0 л/га та борвмісним препаратом Боропті у нормі 150 г/га. У фазу початку наливу насіння в період активного транспорту асимілянтів у генеративні органи проводили позакореневе підживлення Азотофітом 0,5 л/га.

Схема досліді включала 3 фактори: *Фактор А* – сорти льону олійного (Водограй, Добродар та Запорізький богатир). *Фактор В* – Обробка насіння перед сівбою (1. Обробка водою; 2. Обробка препаратом Азотофіт 1,0 л/т). *Фактор С* – Фон живлення (1. Контроль; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків); 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації); 5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння); 6. Без добрив + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків) + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації) + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння); 7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків) + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації) + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння). Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю в усіх дослідках із льоном олійним проводили згідно зональних методичних рекомендацій та ДСТУ.

Результати досліджень. Результатами досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив, обробка насіння перед сівбою та проведення позакоренових підживлень покращували умови росту і розвитку

рослин сортів льону олійного і позитивно вплинули на рівень урожайності насіння цієї культури.

Результати отриманих досліджень дозволяють обґрунтувати, що за рахунок елементів технології, зокрема передпосівної обробки насіння, можна підвищувати рівень урожаю. В середньому за 3 роки досліджень було визначено, що рівні продуктивності рослин сортів льону олійного залежали від факторів, які були взяті на вивчення. За обробки насіння Азотофітом рівень урожайності насіння зростав (табл. 1).

Фактор оптимізації живлення також істотно впливав на прирости врожаю насіння досліджуваних сортів льону олійного. Найнижчі рівні врожаїв отримано у контрольних варіантах досліді (без застосування добрив і препаратів): за проведення обробки насіння перед сівбою водою середня врожайність за три роки становила 0,82 т/га у сорту Водограй, 0,87 т/га – у сорту Добродар і 0,86 т/га – у сорту Запорізький богатир. Застосування комплексного мінерального добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$ сприяло підвищенню врожайності насіння льону олійного в середньому на 17–21% порівняно з контролем.

Проведення позакоренового підживлення препаратами (Органік баланс, Боропті, Азотофіт) ще більш суттєво підвищувало врожайність насіння культури. Найвищих значень рівнів урожайності насіння всіх сортів було сформовано за комплексного застосування $N_{15}P_{15}K_{15}$ у поєднанні з проведенням позакоренових підживлень препаратами Органік баланс (1 л/га у фази 4-6 листків та на початку бутонізації), Боропті (150 г/га) і Азотофіт (0,5 л/га). Зокрема, найвищий середній рівень урожайності за три роки (1,56 т/га) сформовано сортом Добродар за проведення обробки насіння до сівби Азотофітом та внесення повного комплексу мінерального добрива та проведення позакоренових підживлень. У всі роки вирощування спостерігали стійку тенденцію підвищення врожайності насіння за використання у технології вирощування позакоренових підживлень. Найвищий середньозважений рівень урожайності (рис. 1) забезпечив сорт Добродар – 1,64 т/га у 2023 році за передпосівної обробки насіння Азотофітом. У сорту Запорізький богатир цей показник становив 1,63 т/га, а сорту Водограй – 1,58 т/га. За обробки насіння водою зазначені сорти сформували врожайність насіння на рівнях 1,37, 1,38 і 1,33 т/га відповідно.

Встановлено, що передпосівна обробка насіння Азотофітом мала перевагу порівняно з обробкою його водою, підвищуючи врожайність у середньому на 15–20% (рис. 2). Це свідчить про позитивне значення передпосівної обробки насіння на стартовий ріст рослин, формування генеративних органів у подальшій вегетації та загальну продуктивність культури. Застосування Азотофіту є доцільним елементом біологізованої технології вирощування льону олійного в умовах Південного Степу України, що дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів та посилити адаптацію рослин до стресових умов середовища.

Із досліджуваних сортів найбільш виражену позитивну реакцію на застосування запропонованої нами комплексної системи удобрення продемонстрували сорти Добродар та Запорізький богатир, дещо нижчі

Таблиця 1

Урожайність насіння льону олійного залежно від досліджуваних факторів за роками вирощування, т/га

Варіант живлення (фактор С)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)							
	Обробка водою				Обробка Азотофіт			
	2022	2023	2024	2022-2024	2022	2023	2024	2022-2024
Сорт Водограй (фактор А)								
1.Контроль	0,71	1,08	0,67	0,82	0,84	1,34	0,82	1,00
2.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	0,87	1,27	0,83	0,99	1,04	1,53	1,00	1,19
3.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс	0,93	1,32	0,91	1,05	1,12	1,58	1,09	1,26
4.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс + Боропті	1,11	1,47	1,08	1,22	1,30	1,77	1,30	1,46
5.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Азотофіт	1,04	1,39	1,01	1,15	1,25	1,67	1,22	1,38
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,92	1,25	0,83	1,00	1,09	1,51	1,01	1,20
7. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1,18	1,52	1,14	1,28	1,41	1,69	1,37	1,49
Сорт Добродар (фактор А)								
1.Контроль	0,75	1,12	0,73	0,87	0,88	1,38	0,86	1,04
2.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	0,92	1,32	0,87	1,04	1,09	1,58	1,05	1,24
3.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс	0,98	1,36	0,96	1,10	1,16	1,63	1,14	1,31
4.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс + Боропті	1,17	1,50	1,13	1,27	1,35	1,84	1,36	1,52
5.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Азотофіт	1,09	1,43	1,07	1,20	1,31	1,72	1,28	1,43
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,99	1,29	0,89	1,06	1,15	1,56	1,08	1,26
7. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1,24	1,57	1,19	1,33	1,47	1,75	1,46	1,56
Сорт Запорізький богатир (фактор А)								
1.Контроль	0,74	1,14	0,70	0,86	0,89	1,40	0,85	1,05
2.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	0,92	1,32	0,86	1,03	1,10	1,57	1,03	1,23
3.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс	0,97	1,38	0,95	1,10	1,16	1,64	1,15	1,32
4.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс + Боропті	1,15	1,51	1,13	1,26	1,36	1,82	1,35	1,51
5.N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Азотофіт	1,10	1,43	1,05	1,19	1,30	1,71	1,27	1,43
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,98	1,30	0,87	1,05	1,16	1,55	1,07	1,26
7. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1,23	1,56	1,18	1,32	1,46	1,74	1,43	1,54
НІР ₀₅ , %								
2022 рік	за фактором А – 0,01; за фактором В – 0,04; за фактором С – 0,02; за взаємодією факторів АВ – 0,03; за взаємодією факторів АС – 0,05; за взаємодією факторів ВС – 0,04; за взаємодією факторів АВС – 0,06							
2023 рік	за фактором А – 0,02; за фактором В – 0,06; за фактором С – 0,03; за взаємодією факторів АВ – 0,05; за взаємодією факторів АС – 0,06; за взаємодією факторів ВС – 0,06; за взаємодією факторів АВС – 0,08							
2024 рік	за фактором А – 0,02; за фактором В – 0,05; за фактором С – 0,03; за взаємодією факторів АВ – 0,04; за взаємодією факторів АС – 0,05; за взаємодією факторів ВС – 0,05; за взаємодією факторів АВС – 0,07							

показники визначено для сорту Водограй. Застосування інтегрованого підходу до живлення, що поєднує мінеральні добрива, біологічні препарати та передпосівну обробку насіння, забезпечило достовірне підвищення врожайності насіння льону олійного в умовах Південного Степу України. Це засвідчує ефективність впровадження ресурсоощадних технологій як адаптивного елементу підвищення продуктивності льону олійного в умовах кліматичних змін за обмеженого ресурсного забезпечення.

Висновки. У результаті проведених досліджень з трьома сортами льону олійного встановлено, що в умовах Південного Степу України застосування для передпосівної обробки насіння біопрепарату Азотофіт 1,0 л/т забезпечує формування вищих рівнів урожайності насіння сортів льону олійного порівняно з обробкою його водою. У середньому за роки досліджень максимальну врожайність насіння льону олійного сформовав сорт Добродар – 1,56 т/га, Запорізький богатир – 1,54 та Водограй – 1,49 т/га. Таких рівнів урожайності досягнуто

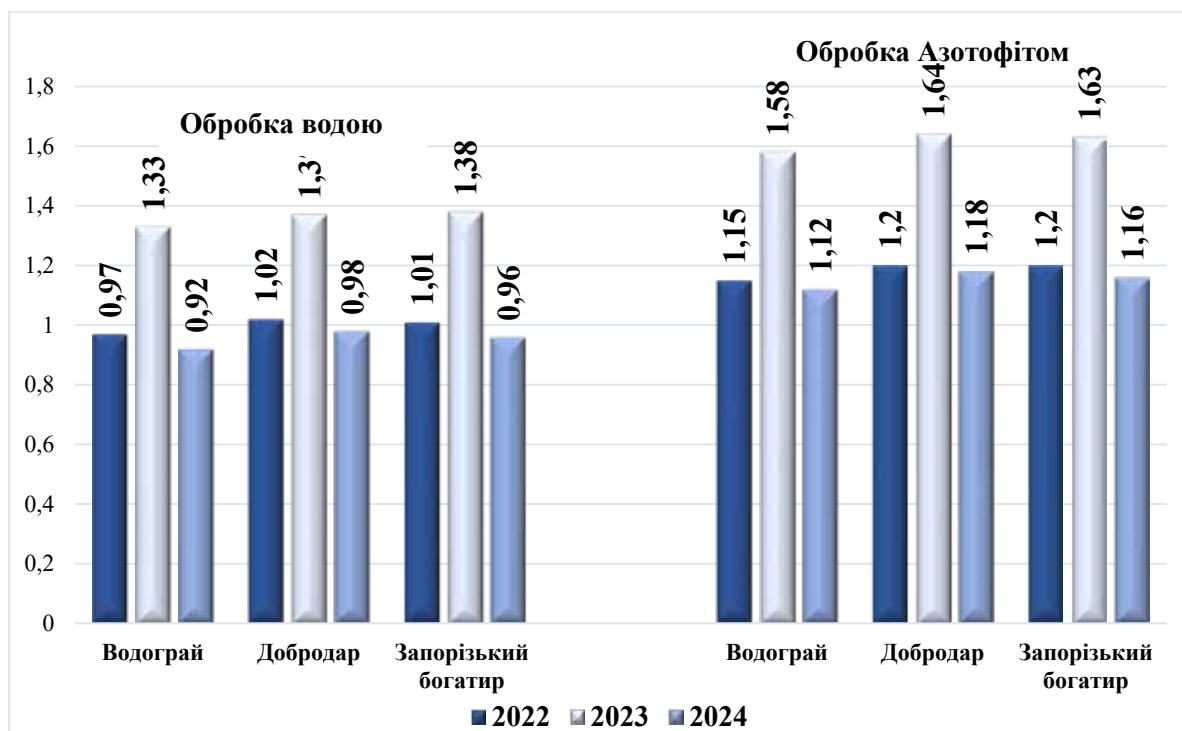


Рис. 1. Середньозважена врожайність насіння льону олійного у роки вирощування залежно від передпосівної обробки насіння, т/га

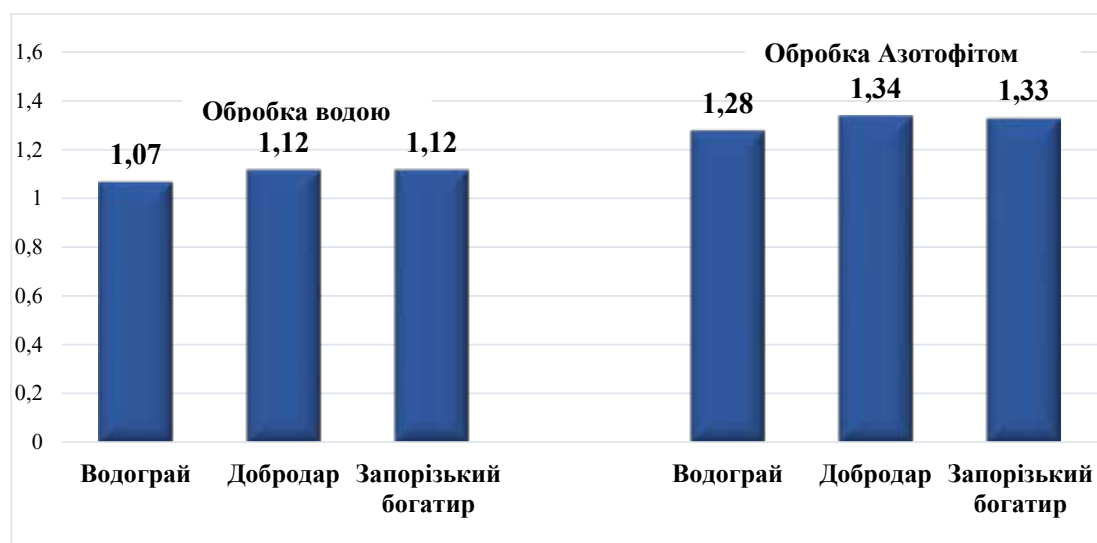


Рис. 2. Середньозважена врожайність насіння льону олійного (середнє за 2022-2024 рр.), т/га

за поєднання обробки насіння перед сівбою Азотофітом 1,0 л/т та застосування ресурсоощадного живлення $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків та на початку бутонізації) + Боропті 150 г/га (початок бутонізації) + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food / Goyal A., Sharma V., Upadhyay N. et al. *Food Sci.* 2014. V. 34. P. 1–21. doi: 10.1007/s13197-013-1247-9
2. Yilmaz G., Altuntaş E. Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds and harmal seed capsules. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research.* 2020. Vol. 1, No. 2. P. 222–232. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.001>.
3. Майдебуря О. П., Корильчук Н. І., Борисюк І. Ю. Есенціальні олії рослин та механізми їхньої фізіологічної та біохімічної дії на організм. *Вісник морської медицини.* 2021. Вип. 4(93). С. 94–99. <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5820537>.
4. Слісаренко Н. О., Сало Л. В. Вплив мінеральних добрив на врожайність льону олійного сорту

- надійний. *Збірник наукових праць*. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. С. 50–52.
5. Шувар А. М. Вплив форм азотних добрив на продуктивність льону олійного в умовах Лісостепу Західного. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН*. 2018. № 26. С. 108–114. DOI: 10.36710/ioc-2018-26-12
 6. Адамень Ф. Ф., Арсланова Л. Е. Вплив системи удобрення на якісні показники насіння льону олійного. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво*. 2013. № 9. С. 3–6.
 7. Біднина І. О. Ефективність застосування мінеральних добрив на темно – каштановому ґрунті при вирощуванні льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 81. С. 28–32.
 8. Вожегова Р., Боровик В., Коновалова В. Урожайність і якість насіння сортів льону олійного в Південному Степу України залежно від різних умов вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 98(3). С. 82–87. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-12>
 9. Кожушко М. та ін. Ефективність застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільгоспкультур в Західному регіоні України. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 5. С. 37–42.
 10. Думич В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технології вирощування льону олійного. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України : зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*. 2019. Вип. 24 (38). С. 296–301.
 11. Вплив біологічних препаратів на продуктивність льону олійного в умовах Південного Степу України / Сябрук Т. А., Коновалова В. М., Левенець Т. П., Рудік О. Л. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021. Вип. 34. С. 61–68.
 12. Гамаюнова В. В., Задирко Р. В. Вплив макро- та мікродобрив на формування врожайності льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 234–240. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.34>.
 13. Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В., Задирко Р. В. Формування показників якості насіння льону олійного за дії макро- та мікродобрив в умовах Південного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2024. Вип. 104, Ч. 1. С. 343–354. <http://dx.doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-1-343-354>
 14. Окупність макро-і мікродобрив за вирощування льону олійного в умовах Південного Степу України на засадах заощадження ресурсів / Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В., Хоненко Л. Г., Задирко Р. В. *Охорона ґрунтів: спеціальний випуск. Моніторинг ґрунтів. Реалії, виклики, перспективи : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 60-річчя агрохімічної служби України, (м. Київ, 25 липня 2024 р.)*. Київ, 2024. С. 169–173.
 15. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. *Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб.* К.: Центр учбової літератури, 2013. 264с.
 16. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 316 с.
 17. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 342 с.

REFERENCES:

1. Goyal, A., Sharma, V., & Upadhyay, N. et al. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Food Sci.*, 34, 1–21. doi: 10.1007/s13197-013-1247-9
2. Yilmaz, G., & Altuntaş, E. (2020). Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds and harmal seed capsules. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 1, 2, 222–232. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.001>.
3. Maidiebur, O.P., Korylchuk, N.I., & Borysiuk, I.Yu. (2021). Esentsialni olii roslin ta mekhanizmy yikhnoi fiziologichnoi ta biokhimichnoi dii na orhanizm [Essential oils of plants and mechanisms of their physiological and biochemical effects on the organism]. *Visnyk morskoj medytsyny*, 4(93), 94–99. <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5820537> [in Ukrainian].
4. Slisarenko, N.O., & Salo, L.V. (2017). Vplyv mineralnykh dobyrv na vrozhaunist lonu oliinoho sortu nadiinyi [Effect of mineral fertilizers on the yield of oil flax variety Nadiiyny]. *Zbirnyk naukovykh prats. Kropyvnytskyi: TsNTU*, 50–52 [in Ukrainian].
5. Shuvar, A.M. (2018). Vplyv form azotnykh dobyrv na produktyvnist' lonu oliinoho v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Effect of forms of nitrogen fertilizers on the productivity of oil flax in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Naukovo-tehnichnyi biuleten instytutu oliinykh kultur NAAN*, 26, 108–114. <https://doi.org/10.36710/ioc-2018-26-12> [in Ukrainian].
6. Adamen, F.F., & Arslanova, L.E. (2013). Vplyv systemy udobrennia na iakisni pokaznyky nasinnia lonu oliinoho [Effect of the fertilization system on quality indicators of oil flax seed]. *Visnyk KhNAU. Serii: Roslynnystvo, selektsiia i nasinnystvo, plodovochivnystvo*, 9, 3–6 [in Ukrainian].
7. Bidnyna, I.O. (2012). Efektyvnist zastosuвання mineralnykh dobyrv na temno-kashtanovomu hruntі pry vyroshchuvanni lonu oliinoho [Efficiency of mineral fertilizers application on dark chestnut soil in oil flax cultivation]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 81, 28–32 [in Ukrainian].
8. Vozhegova, R., Borovyk, V., & Konovalova, V. (2020). Urozhaunist i iakist nasinnia sortiv lonu oliinoho v Pivdennomu Stepu Ukrainy zalezno vid ryznykh umov vyroshchuvannia [Yield and seed quality of oil flax varieties in the Southern Steppe of Ukraine under different growing conditions]. *Visnyk aharnoi nauky*, 98(3), 82–87. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-12> [in Ukrainian].
9. Kozhushko, M. et al. (2016). Efektyvnist zastosuвання biopreparativ u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silhospkultur v Zakhidnomu rehioni Ukrainy [Efficiency of biopreparations in crop cultivation technologies in the Western region of Ukraine]. *Tekhnika i tekhnolohii APK*, 5, 37–42 [in Ukrainian].
10. Dumych, V. (2019). Doslidzhennia efektyvnosti zastosuвання biopreparativ u tekhnolohii vyroshchuvannia lonu oliinoho [Research on the effectiveness of biopreparations in oil flax cultivation technology]. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuвання*

- novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy: zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho, 24(38), 296–301 [in Ukrainian].
11. Syabruk, T.A., Konovalova, V.M., Levenets, T.P., & Rudik, O.L. (2021). Vplyv biolohichnykh preparativ na produktyvnist lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effect of biological preparations on the productivity of oil flax in the Southern Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiologhiia*, 34, 61–68 [in Ukrainian].
 12. Hamaiunova, V.V., & Zadirko, R.V. (2024). Vplyv makro- ta mikrodybryv na formuvannia vrozhaivosti lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effect of macro- and micronutrients on the yield formation of oil flax in the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, 23, 234–240. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.34> [in Ukrainian].
 13. Hamaiunova, V.V., Sydiakina, O.V., & Zadirko, R.V. (2024). Formuvannia pokaznykiv yakosti nasinnia lonu oliinoho za dii makro- ta mikrodybryv v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Formation of oil flax seed quality indicators under the influence of macro- and micronutrients in the Southern Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 104(1), 343–354. <http://dx.doi.org/10.32782/2415-8240-2024-104-1-343-354> [in Ukrainian].
 14. Hamaiunova, V.V., Sydiakina, O.V., Khonenko, L.H., & Zadirko, R.V. (2024). Okupnist makro-i mikrodybryv za vyroshchuvannia lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy na zasadakh zaoshchadzhennia resursiv [Payback of macro- and micronutrients in oil flax cultivation in the Southern Steppe of Ukraine on the principles of resource saving]. *Okhorona hruntiv: spetsialnyi vypusk. Monitorynh r'runtiv. Realiji, vyklyky, perspektyvy: materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii z nahody 60-richchia ahrokhimichnoi sluzhby Ukrainy*, pp. 169–173. Kyiv [in Ukrainian].
 15. Didora, V.H., Smahlii, O.F., & Ermantraut, E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Methods of scientific research in agronomy]. Kyiv: Tsentr uchbovoyi literatury, 264 [in Ukrainian].
 16. Rozhkov, A.O. (Ed). (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi. Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy* [Research case in agronomy. Theoretical aspects of the research case]. Kharkiv, 316 [in Ukrainian].
 17. Rozhkov, A.O. (Ed.). (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi. Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen* [Research case in agronomy. Statistical processing of agronomic research results]. Kharkiv, 342 [in Ukrainian].

Зелінський Ю.А. Урожайність льону олійного залежно від передпосівної обробки насіння, сортових особливостей та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України

Метою досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та ресурсощадного живлення, а саме внесення комплексного мінерального добрива та проведення позакоренових підживлень препаратами на формування врожаю насіння сортів льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатыр за вирощування на чорноземі південному в умовах зони Степу України. **Методи.** Експериментальні дослідження

проводили на дослідному полі ДУ “Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН”. Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю в усіх дослідках із льоном олійним проводили згідно зональних методичних рекомендацій та ДСТУ. **Результатами досліджень** встановлено, що поєднання мінерального живлення, передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень позитивно впливає на врожайність насіння льону олійного в умовах Південного Степу України. Найвищі показники рівня врожайності були визначено за сумісного застосування комплексного мінерального добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$, обробки насіння препаратом Азотофит і проведення позакоренових підживлень (Органік баланс, Боропті, Азотофит). Максимальні рівні врожайності у 2023 році сформували сорти Добродар – 1,64 т/га і Запорізький богатыр – 1,63, а Водограй – 1,58 т/га. Для всіх сортів встановлено достовірне зростання врожайності за передпосівної обробки насіння Азотофітом, в середньому на 15–20% порівняно з обробкою його водою. Отримані результати підтверджують доцільність використання біологізованих підходів як частини адаптивної, ресурсощадної технології вирощування льону олійного в умовах кліматичних змін. **Висновки.** Дослідженнями з трьома сортами льону олійного в умовах Південного Степу України визначено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратом Азотофит (1,0 л/т) суттєво підвищує врожайність насіння порівняно з обробкою водою. Найвищу середню врожайність забезпечили сорти Добродар (1,56 т/га), Запорізький богатыр (1,54 т/га) та Водограй (1,49 т/га). Оптимальні результати отримано за передпосівної обробки насіння Азотофітом, застосування комплексного мінерального добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$ і позакоренових підживлень (Органік баланс, Боропті, Азотофит), що засвідчує ефективність біологізованих та ресурсощадних технологій у вирощуванні льону олійного.

Ключові слова: льон олійний, урожайність насіння, обробка насіння, біопрепарати, позакоренове підживлення, ресурсощадні елементи технології.

Zelinskyi Yu.A. Seed yield of oil flax depending on pre-sowing seed treatment, varietal characteristics, and optimization of nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Purpose. The research aimed to determine the effect of pre-sowing seed treatment and resource-saving nutrition (application of complex mineral fertilizer and foliar treatments) on the seed yield formation of oil flax varieties Vodohrai, Dobrodar, and Zaporizkyi Bohatyr when grown on southern chernozem in the Steppe zone of Ukraine.

Methods. Experimental studies were conducted at the experimental field of the State Institution "Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Oil Crops of the NAAS". Plant observations, sample collection, and yield accounting in all experiments with oil flax were carried out according to zonal methodological recommendations and national standards (DSTU). The **results** showed that combining mineral nutrition, pre-sowing seed treatment, and foliar fertilization positively influenced the seed yield of oil flax in the Southern Steppe of Ukraine. The highest yield levels were obtained using the complex mineral fertilizer $N_{15}P_{15}K_{15}$, seed treatment with Azotophyt, and foliar applications (Organic Balance, Boropty, Azotophyt). In 2023, the highest seed yields were recorded for Dobrodar – 1.64 t/ha, Zaporizkyi Bohatyr – 1.63 t/ha, and Vodohrai – 1.58 t/ha. For

all varieties, a reliable increase in seed yield (by 15–20% on average) was found for pre-sowing treatment with Azotophyt compared to water treatment. The results confirm the feasibility of using biological approaches as part of adaptive, resource-saving technology for oil flax cultivation under climate change conditions. **Conclusions.** Research on three oil flax varieties in the Southern Steppe of Ukraine found that pre-sowing seed treatment with the biopreparation Azotophyt (1.0 l/t) significantly increases seed yield compared to water treatment. The highest average yields

were recorded for Dobrodar (1.56 t/ha), Zaporizkyi Bohatyr (1.54 t/ha), and Vodohrai (1.49 t/ha). Optimal results were obtained with pre-sowing seed treatment with Azotophyt, application of complex mineral fertilizer $N_{15}P_{15}K_{15}$, and foliar fertilization (Organic Balance, Boropti, Azotophyt), which confirms the effectiveness of biological and resource-saving technologies in oil flax cultivation.

Key words: oil flax, seed yield, seed treatment, biopreparations, foliar fertilization, resource-saving technology elements.