

ВПЛИВ МАКРО- ТА МІКРОДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ГАМАЮНОВА В.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-4151-0299

Миколаївський національний аграрний університет

ЗАДИРКО Р.В. – здобувач наукового ступеня доктора філософії,
orcid.org/0009-0001-9397-0078

Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. В Україні льон відноситься до альтернативних або малопоширених олійних культур. Його виробництво має нестабільний характер, а площі посівів значно варіюють за роками вирощування. Так, наприклад, у 2020 р. льоном олійним було засіяно 14 тис. га, а у 2022 р. – 32,3 тис. га. Аналогічно нестабільною є і врожайність насіння, хоча порівняно з 2000–2003 рр., коли вона становила 0,25–0,29 т/га, відбулося її помітне зростання: 2020 р. – 1,12 т/га, 2021 р. – 1,53 т/га, 2022 р. – 0,85 т/га. Незважаючи на різкі коливання, за рівнем урожайності Україна значно випереджає такі країни-лідери з виробництва цієї олійної культури, як Росія та Казахстан, проте значно поступається іншим провідним виробникам, зокрема, Канаді, Китаю і особливо Франції [1].

Нарощування обсягів виробництва льону олійного є перспективним завданням аграрного сектору України, що обумовлюється низкою причин:

- льон олійний спроможний формувати високий рівень урожайності в усіх агрокліматичних зонах України;
- льон олійний – культура, яка характеризується безвідходним багаточільовим використанням;
- за дотримання технології вирощування врожайність сучасних сортів льону олійного може досягати 2,5–3 т/га, а вміст олії в насінні – 50–55%;
- льон олійний – традиційно експортно-орієнтована культура, яка користується високим попитом в країнах ЄС [2, 3].

Урожайність насіння льону олійного є важливим показником ефективності вирощування цієї культури. Її високий рівень свідчить про успішне вирощування рослин, оптимальне використання ресурсів та належний догляд за посівами. Досягнення високої врожайності дозволить забезпечити стабільне виробництво насіння льону олійного та продуктів його переробки, що має важливе значення в багатьох галузях промисловості [4, 5]. Ще більшої актуальності проблема підвищення продуктивності льону олійного набуває у зв'язку зі змінами клімату, особливо у схильних до посухи регіонах, що відзначають як вітчизняні [6–8], так й іноземні дослідники [9, 10]. Тому існує потреба у вдосконаленні технології вирощування цієї олійної культури, незважаючи на сучасні реалії воєнного стану в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мінеральні добрива відіграють важливу роль у технології вирощування льону олійного. Їх застосування значною мірою впливає на врожайність та якість насіння цієї

культури, що підтверджується результатами експериментальних досліджень. Так, високу ефективність комплексних мікродобрив та передпосівної обробки насіння рістстимулюючими препаратами встановлено за органічної технології вирощування льону олійного в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу. За впливу досліджуваних факторів спостерігали підвищення показника польової схожості, зростання врожайності та олійності насіння льону сорту Водограй [11].

За результатами досліджень, проведених в умовах Південного Степу України із сортами льону олійного Орфей, Віра та Еврика, встановлено, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{60}$, як в незрошуваних умовах, так і за умов зрошення, забезпечує формування максимального рівня врожайності насіння – 1,45–2,24; 1,47–2,29; 1,33–2,36 т/га відповідно. Оптимізація живлення рослин у досліді забезпечила зростання олійності насіння та збільшення умовного виходу олії з гектару посівів льону олійного [5].

Позитивний вплив удобрення на продуктивність льону олійного відзначають й інші автори, зокрема, І.П. Кучер [12], М.В. Минкін та Г.О. Минкіна [13], О.Л. Рудік [14] та ін.

Фундаментальні наукові дослідження щодо оптимізації живлення посівів льону олійного здійснюють у багатьох країнах світу, зокрема, в країнах-лідерах за обсягами виробництва цієї олійної культури. Так, вплив органічних добрив на продуктивність льону олійного в ґрунтово-кліматичних умовах напівпосушливої провінції північного Китаю Ганьсу (Gansu province) вивчали за допомогою методу моделювання з використанням моделі Agricultural Production System Simulator (APSIM). Результати прогностичних моделей, побудованих за експериментальними даними, засвідчили позитивний вплив оптимізації фону живлення рослин як на ефективність використання посівами зрошувальної води, так і на врожайність та якість насіння льону олійного [9, 15].

Ефективним заходом підвищення врожайності та покращення якості насіння льону олійного є використання в технології вирощування біологічних препаратів, рістрегулюючих речовин, мікроелементів тощо. За результатами досліджень, проведених в умовах природного зволоження Південного Степу України, встановлено суттєве підвищення врожайності насіння льону олійного за дії органічного добрива Біо-гель. Комплексний бактеріальний препарат Азофосфорин більш істотно позначився на олійності, а передпосівна

обробка насіння мікробіологічними препаратами сприяла підвищенню врожайності та умовного виходу олії з гектару посівів [16].

Рістрегулюючі препарати стимулюють розвиток кореневої системи, підвищують стійкість рослин до стресових умов, покращують фотосинтетичну діяльність посівів, активізують засвоєння рослинами поживних речовин і за незначних додаткових витрат дозволяють суттєво підвищити врожайність та покращити якість насіння льону олійного [11].

В органічній технології вирощування високу ефективність встановлено за проведення передпосівної обробки насіння та обприскування посівів льону олійного мікродобривом наномікс: приріст урожайності до контролю становив 19,1% [17]. Високу ефективність мікродобрив та бактеріальних препаратів за вирощування льону олійного відзначають й інші автори [12, 18].

Отже, обробка насіння і посівів мікроелементами та оптимізація фону живлення рослин є важливими чинниками у збільшенні врожайності льону олійного – перспективної експортно-орієнтованої культури для України. Дослідженню саме цих елементів технології якраз і присвячені наші наукові дослідження.

Мета дослідження – визначити вплив передпосівної обробки насіння та фону живлення рослин на формування врожайності насіння середньостиглого сорту льону олійного Надійний за вирощування на чорноземі південному в умовах Посушливого Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ упродовж 2021–2023 рр. за загальноприйнятими методиками [19–21]. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний з вмістом гумусу в орному шарі на рівні 3,2–3,3% та середньою забезпеченістю рухомими формами основних макроелементів.

Середньостиглий сорт льону олійного Надійний (оригінація – ТОВ НВА «Землеробець») вирощували після пшениці озимої. Агротехніка вирощування у досліді, за виключенням факторів, узятих на вивчення, була загальновизнаною для зони проведення досліджень.

Дослід двохфакторний. Фактор А – передпосівна обробка насіння: 1. Обробка водою; 2. Баст Комплекс (0,5 л/т). Фактор В – фон живлення: 1. Без добрив; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. Баст Комплекс (1,5 л/га); 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Баст Комплекс (1,5 л/га); 5. Органік Д-2М (2 л/га); 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М (2 л/га); 7. Бор (1 л/га); 8. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор (1 л/га). Для основного удобрення використовували нітроамофоску. Позакореневі підживлення посівів проводили у фазі «ялинки».

Статистичну обробку врожайних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel 2007 та програмно-інформаційного комплексу Agrostat.

Результати досліджень. Підвищення врожайності вирощуваних культур на сучасному етапі розвитку аграрної галузі є найбільш актуальною проблемою для агровиробників, оскільки впливає не тільки на збільшення обсягів виробництва, а й, відповідно, на зменшення собівартості продукції. Рівень урожайності залежить від багатьох чинників, які можна розподілити

на дві основні групи: природні (непідвладні людині) та штучні (контрольовані людиною). Друга група чинників включає такі елементи агротехнології, як обробіток ґрунту; використання органічних і мінеральних добрив, бактеріальних препаратів, рістстимулюючих речовин, засобів захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників; добір сучасних високопродуктивних і пластичних сортів і гібридів; меліоративні заходи та ін. Кожен із зазначених чинників тією чи іншою мірою впливає на ріст і розвиток рослин та визначає як рівень сформованої врожайності, так і якість одержаної продукції.

Результати проведених нами досліджень дозволяють стверджувати, що передпосівна обробка насіння мікроелементами та оптимізація фону живлення рослин, а також обидва фактори у взаємодії, позитивно вплинули на ріст і розвиток рослин льону олійного та суттєво позначились на рівні сформованої врожайності насіння як за окремими роками, так і в середньому за три роки досліджень (табл. 1).

Передпосівна обробка насіння мікроелементами у складі мікродобрива Баст Комплекс сприяла збільшенню врожайності насіння льону олійного, що наочно демонструє рис. 1. Найменшу дію даного фактору визначено у 2022 р. (приріст урожайності у середньому за фактором становив 0,06 т/га), найбільшу – у 2023 р. (0,13 т/га).

Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс на врожайність насіння льону олійного істотно різнився залежно від створеного фону живлення рослин. Найвищу ефективність агрозаходу в усі роки досліджень встановлено у варіантах поєднання основного удобрення та позакореневого підживлення посівів мікродобривом Баст Комплекс і органо-мінеральним добривом Органік Д-2М. У середньому за три роки досліджень приріст урожайності льону олійного від обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс становив відповідно 0,14 і 0,13 т/га.

Створені фони живлення також істотно позначились на врожайності насіння льону олійного. В середньому за три роки досліджень оптимізація фону живлення сприяла збільшенню врожайності насіння на 0,17–0,47 т/га у середньому за фактором А (табл. 2). Найменшим чином на формуванні врожайності насіння позначилось основне внесення повної норми мінеральних добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$, децю більший вплив виявлено за використання в технології вирощування позакореневих підживлень мікроелементами.

Найвищий рівень урожайності у досліді забезпечило поєднання основного внесення повної норми мінеральних добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$ і проведення позакореневих підживлень посівів бором (1 л/га), органо-мінеральним добривом Органік Д-2М (2 л/га) або мікродобривом Баст Комплекс (1,5 л/га). Різниця в урожайності насіння зазначених варіантів дослідження виявилася несуттєвою (в межах HP_{05}), тому визначити оптимальний фон живлення рослин можливо лише за проведення розрахунку економічної ефективності кожного елементу технології вирощування.

Дисперсійний аналіз даних дозволив визначити частку впливу факторів, узятих на вивчення, на формування врожайності насіння льону олійного (рис. 2).

Таблиця 1

Урожайність насіння льону олійного за дії макро- і мікродобрив, т/га

Фон живлення (фактор В)	Передпосівна обробка насіння (фактор А)							
	обробка водою				обробка мікродобривом Баст Комплекс (0,5 л/т)			
	2021	2022	2023	середнє за 2021–2023 рр.	2021	2022	2023	середнє за 2021–2023 рр.
Контроль (без добрив)	1,28	0,68	1,12	1,03	1,37	0,73	1,20	1,10
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	1,45	0,85	1,31	1,20	1,54	0,91	1,40	1,28
Баст Комплекс	1,56	0,91	1,39	1,29	1,65	0,96	1,52	1,38
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Баст Комплекс	1,70	1,17	1,54	1,47	1,83	1,25	1,74	1,61
Органік Д-2М	1,52	0,88	1,38	1,26	1,61	0,93	1,52	1,35
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік Д-2М	1,65	1,12	1,49	1,42	1,78	1,20	1,68	1,55
Бор	1,53	0,87	1,38	1,26	1,62	0,93	1,48	1,34
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Бор	1,65	1,12	1,51	1,43	1,79	1,20	1,63	1,54
Нір ₀₅ , т/га								
2021 рік	за фактором А – 0,03; за фактором В – 0,07; за взаємодією факторів АВ – 0,09							
2022 рік	за фактором А – 0,02; за фактором В – 0,05; за взаємодією факторів АВ – 0,07							
2023 рік	за фактором А – 0,03; за фактором В – 0,07; за взаємодією факторів АВ – 0,11							

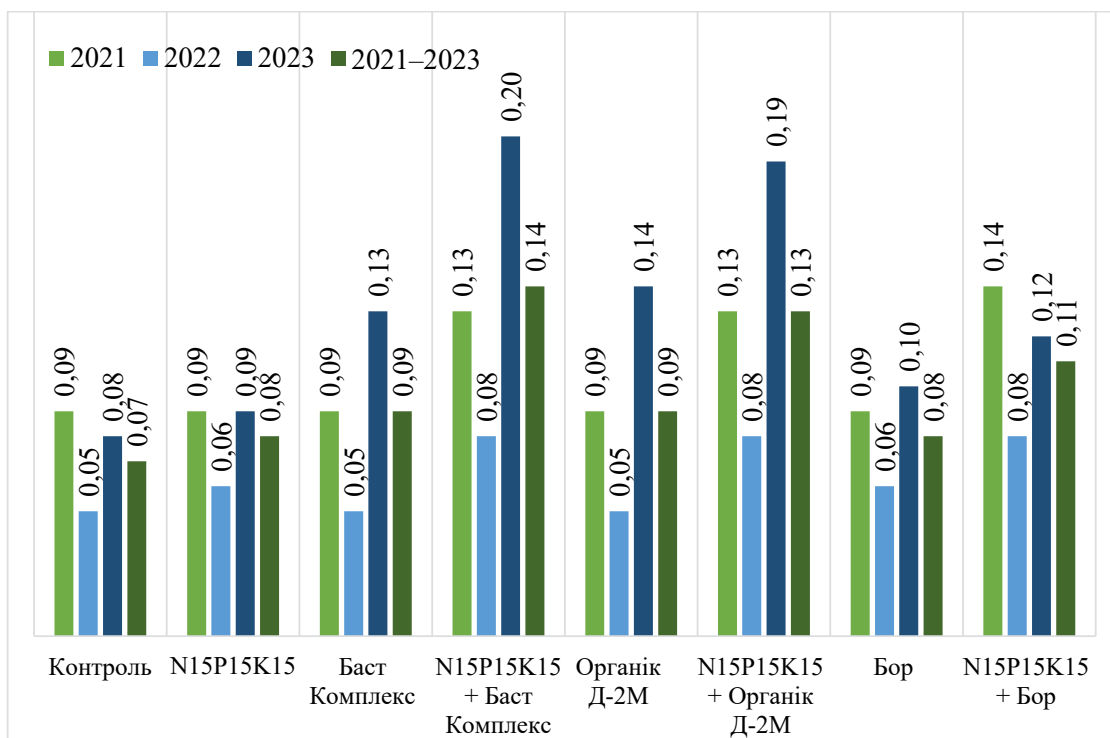


Рис. 1. Вплив передпосівної обробки насіння мікроелементами на приріст урожайності льону олійного, т/га

Встановлено, що у формуванні врожайності найбільш впливовим фактором є фон живлення рослин (фактор В) – частка його впливу у середньому за три роки досліджень склала 66%, передпосівна обробка насіння мікродобривом впливала на 22%. Взаємодію обох досліджуваних факторів визначено на рівні 9%.

Максимальний рівень урожайності насіння льону олійного у досліді забезпечило сумісне поєднання досліджуваних агрозаходів – основне внесення повного мінерального добрива у нормі N15P15K15, проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс (0,5 л/т) та позакореневого підживлення у фазі «ялинки» бором (1 л/га), органо-мінеральним

Таблиця 2

Урожайність насіння льону олійного залежно від фону живлення (середнє за фактором А)

Фон живлення (фактор В)	Роки досліджень							
	2021		2022		2023		середнє за 2021–2023 рр.	
	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю
Контроль (без добрив)	1,33	–	0,71	–	1,16	–	1,07	–
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	1,50	+0,17	0,88	+0,17	1,36	+0,20	1,25	+0,18
Баст Комплекс	1,61	+0,28	0,94	+0,23	1,46	+0,30	1,34	+0,27
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Баст Комплекс	1,77	+0,44	1,21	+0,50	1,64	+0,48	1,54	+0,47
Органік Д-2М	1,57	+0,24	0,91	+0,20	1,45	+0,29	1,31	+0,24
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік Д-2М	1,72	+0,39	1,16	+0,45	1,59	+0,43	1,49	+0,42
Бор	1,58	+0,25	0,90	+0,19	1,43	+0,27	1,30	+0,23
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Бор	1,72	+0,39	1,16	+0,45	1,57	+0,41	1,49	+0,42

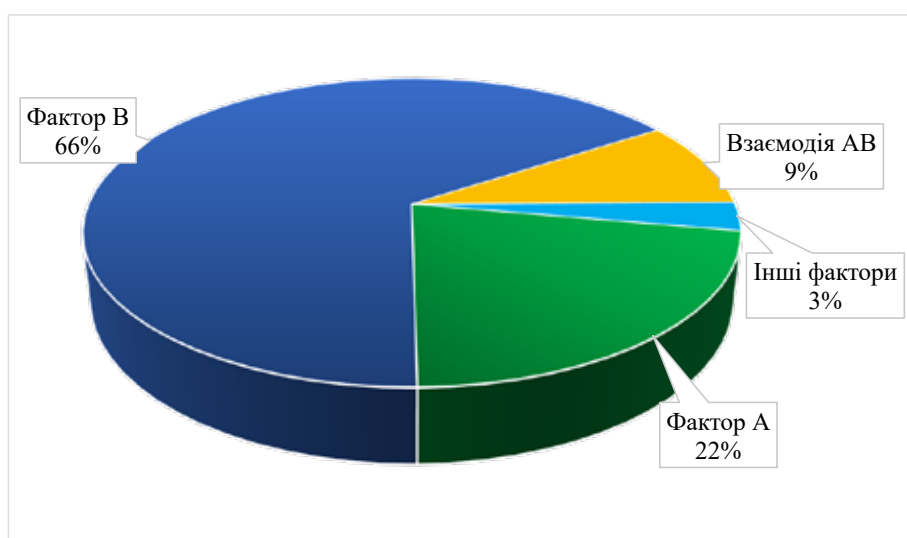


Рис. 2. Частка впливу досліджуваних факторів на формування врожайності насіння льону олійного (середнє за 2021–2023 рр.)

добривом Органік Д-2М (2 л/га) або мікродобривом Баст Комплекс (1,5 л/га) – у середньому за три роки досліджень 1,54–1,61 т/га, що перевищує абсолютний контроль (обробка насіння водою, без внесення добрив) на 0,51–0,58 т/га або 49,5–56,3%.

Висновки. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що в умовах Південного Степу України проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс (0,5 л/т) сприяє збільшенню врожайності насіння льону олійного на 0,07–0,14 т/га. Ще більший вплив на формування врожайності має оптимізація фону живлення за рахунок основного внесення повного мінерального добрива у нормі N₁₅P₁₅K₁₅ та проведення позакоренових підживлень посівів у фазі «ялинки» бором (1 л/га), органо-мінеральним добривом Органік Д-2М (2 л/га) або мікродобривом Баст Комплекс (1,5 л/га). Сумісне поєднання обох агрозаходів забезпечує одержання найвищої врожайності насіння льону олійного – 1,54–1,61 т/га у середньому за три роки досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. URL: <https://www.fao.org/home/en>
2. Чехова І. В. Соціально-економічне значення продукції олійних культур. *Scientific & Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*. 2021. Вип. 30. С. 146–157. doi:10.36710/ioc-2021-30-15
3. Садовник О. В., Дзюба О. М., Шоха Є. І. Стан та стратегія розвитку олійного льонарства в Україні на основі компасу сталого розвитку А. Аткіссона. *Економіка та управління на транспорті*. 2018. № 6. С. 39–46.
4. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури): монографія / Шевченко І. А., Лях В. О., Поляков О. І., Сорока А. І., Ведмедева К. В., Журавель В. М., Махно Ю. О., Товстановська Т. Г., Буділка Г. І.; Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя: СТАТУС, 2017. 44 с.

5. 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*. Київ, 2020. № 3 (804). С. 82–87. doi: 10.31073/agrovisnyk202003-12
6. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Кауненко Ю. В. Агрокліматична оцінка продуктивності олійного льону в Українському Поліссі в умовах зміни клімату. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2022. № 1 (40). С. 126–133. doi: 10.32846/2306-9716/2022.eco.1-40.23
7. Альбота Д. С., Бодак М. В., Дідух В. Ф. Обґрунтування конструкції підбирача валків льону олійного для роздільної технології. *Сільськогосподарські машини*. 2022. № 48. С. 30–37. doi: 10.36910/asm.vi48.780
8. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Федорчук М. І., Коваленко О. А. Добір посухостійких культур для Південного Степу України. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 1. С. 13–22. doi: 10.31867/2523-4544/0153
9. Li Y., Wu B., Gao Y., Wu L., Zhao X., Wu L., Zhou H., Tang J. Combination of organic and inorganic fertilizers to counteract climate change effects on cultivation of oilseed flax (*Linum usitatissimum* L.) using the APSIM model in arid and semiarid environments. *Agronomy*. 2023. Vol. 13 (12). P. 2995. doi: 10.3390/agronomy13122995
10. Cui Z., Yan B., Gao Y., Wu B., Wang Y., Wang H., Xu P., Zhao B., Cao Z., Zhang Y., Xie Y., Hu Y., Ma X., Niu J. Agronomic cultivation measures on productivity of oilseed flax: A review. *Oil Crop Science*. 2022. Vol. 7 (1). P. 53–62. doi: 10.1016/j.ocsci.2022.02.006
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. doi: 10.32636/01308521.2021-(69)-9
12. Кучер І. П. Продуктивність льону олійного залежно від сорту, норми висіву насіння та позакореневого підживлення в умовах західного Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2022. № 16. С. 44–48. doi: 10.32848/agra.innov.2022.16.7
13. Минкін М. В., Минкіна Г. О. Вплив площі та фону живлення на урожайність льону олійного при зрошенні в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 130. С. 129–134. doi: 10.32851/2226-0099.2023.130.19
14. Рудік О. Л. Наукові основи формування технології вирощування льону олійного в умовах Півдня України: монографія. Херсон: Айлант, 2018. 188 с.
15. Bo C., Jian W., Hui-min Z., Hu L., Bi-ya-si A., Nan G., Jian-feng L., Tao F. Biology organic fertilizer affects the quality and yield of flax under different irrigation regimes. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 2023. Vol. 60 (3). P. 429–436. doi: 10.21162/PAKJAS/23.132
16. 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: 10.35868/1997-3004.34.61-68
17. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Дорота Г. М., Беген Л. Л., Тимчишин О. Ф., Тимків М. Ю. Особливості формування ефективних агроценозів льону олійного за органічного виробництва. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 6 (819). С. 34–41. doi: 10.31073/agrovisnyk202106-04
18. Солончук Т. О., Тішечкіна К. В. Use of microfertilizers and bacterial preparations as elements of nutrition optimization and environmental protection under different systems of oil flax growing. *Загальні аспекти інноваційного розвитку освітньої галузі в контексті міжнародного співробітництва України: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (м. Миколаїв, 23 квітня 2021 р.)*. Миколаїв: МНАУ, 2021. С. 162–165.
19. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
20. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 316 с.
21. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. 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. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. URL: <https://www.fao.org/home/en>
2. Chekhova, I.V. (2021). Sotsialno-ekonomichne znachennia produktsii oliinykh kultur [Socio-economic significance of oil crops products]. *Scientific & Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, 30, 146–157. doi:10.36710/ioc-2021-30-15 [in Ukrainian].
3. Sadovnyk, O.V., Dzyuba, O.M., & Shokha, Ye.I. (2018). Stan ta stratehiia rozvytku oliinoho lonarstva v Ukraini na osnovi kompasu staloho rozvytku A. Atkissona [The state and strategy of the development of linseed oil industry in Ukraine based on the compass of sustainable development A. Atkissona]. *Ekonomika ta upravlinnya na transporti – Economy and transport management*, 6, 39–46 [in Ukrainian].
4. Shevchenko, I.A., Lyakh, V.O., Polyakov, O.I., Soroka, A.I., Vedmedyeva, K.V., Zhuravel, V.M., Makhno, Yu.O., Tovstanovska, T.H., & Budilka, H.I. (2017). *Lon oliynny, hirchytysya. Stratehiya vyrobnytstva oliynoyi syrovyny v Ukrayini (maloposhyreni kultury) [Flax oil, mustard. Strategy for the production of oil raw materials in Ukraine (uncommon crops)]*. Zaporizhzhya: STATUS, 44 [in Ukrainian].
5. Vozhehova, R., Borovyk, V., & Konovalova, V. (2020). Urozhainist i yakist nasinnia sortiv lonu oliinoho v Pivdennomu Stepu Ukrainy zalezno vid riznykh umov vyroshchuvannia [Yield and seed quality of linseed varieties in the Southern Steppe of Ukraine depending on different growing conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science*, 3 (804), 82–87. doi: 10.31073/agrovisnyk202003-12 [in Ukrainian].
6. Polovyi, A.M., Bozhko, L.Yu., Barsukova, O.A., & Kaunenko, Yu.V. (2022). Ahroklimatychna otsinka produktyvnosti oliinoho lonu v Ukrainkomu Polissi v umovakh zminy klimatu [Agroclimatic assessment of the productivity of linseed in Ukrainian Polissia under the conditions of climate change]. *Ekolohichni nauky*:

- naukovo-praktychnyy zhurnal – Environmental sciences: a scientific and practical journal*, 1 (40), 126–133. doi: 10.32846/2306-9716/2022.eco.1-40.23 [in Ukrainian].
7. Albota, D.S., Bodak, M.V., & Didukh, V.F. (2022). Obgruntuvannya konstruktsii pidbyracha valkiv lonu oliinoho dlia rozdilnoi tekhnologii [Justification of the design of the picker of rolls of oil flax for separation technology]. *Silskohospodarski mashyny – Agricultural machinery*, 48, 30–37. doi: 10.36910/acm.vi48.780 [in Ukrainian].
 8. Hamayunova, V.V., Khonenko, L.H., Fedorchuk, M.I., & Kovalenko, O.A. (2021). Dobir posukhostiikykh kultur dlia Pivdennoho Stepu Ukrainy [Selection of drought-resistant crops for the Southern Steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury – Cereal crops*, 5, 1, 13–22. doi: 10.31867/2523-4544/0153 [in Ukrainian].
 9. Li, Y., Wu, B., Gao, Y., Wu, L., Zhao, X., Wu, L., Zhou, H., & Tang, J. (2023). Combination of organic and inorganic fertilizers to counteract climate change effects on cultivation of oilseed flax (*Linum usitatissimum* L.) using the APSIM model in arid and semiarid environments. *Agronomy*. Vol. 13 (12). P. 2995. doi: 10.3390/agronomy13122995
 10. Cui, Z., Yan, B., Gao, Y., Wu, B., Wang, Y., Wang, H., Xu, P., Zhao, B., Cao, Z., Zhang, Y., Xie, Y., Hu, Y., Ma, X., Niu, J. (2022). Agronomic cultivation measures on productivity of oilseed flax: A review. *Oil Crop Science*. Vol. 7 (1). P. 53–62. doi: 10.1016/j.ocsci.2022.02.006
 11. Shuvar, A.M., Rudavska, N.M., & Dzyubaylo, A.H. (2021). Produktivnist lonu oliinoho zalezno vid vplyvu biopreparativ ta kompleksnykh mikrodozriv [Productivity of linseed depending on the effect of biological preparations and complex microfertilizers]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 69 (1), 142–156. doi: 10.32636/01308521.2021-(69)-9 [in Ukrainian].
 12. Kucher, I.P. (2022). Produktivnist lonu oliinoho zalezno vid sortu, normy vysivu nasinnia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia v umovakh zachidnoho Lisostepu [Productivity of linseed depending on the variety, rate of seed sowing and foliar fertilization in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 16, 44–48. doi: 10.32848/agra.innov.2022.16.7 [in Ukrainian].
 13. Mynkin, M.V., & Mynkina, H.O. (2023). Vplyv ploshchi ta fonu zhyvlennia na urozhainist lonu oliinoho pry zroshenni v umovakh pivdnia Ukrainy [The effect of area and nutrition background on the productivity of oilseed flax under irrigation conditions in the south of Ukraine]. *Tavriiskyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Herald*, 130, 129–134. doi: 10.32851/2226-0099.2023.130.19 [in Ukrainian].
 14. Rudik, O.L. (2018). *Naukovi osnovy formuvannya tekhnologii vyroshchuvannya lonu oliinoho v umovakh Pivdnia Ukrainy [The scientific basis of the formation of the technology of growing oil flax in the conditions of the South of Ukraine]*. Kherson: Aylant, 188 [in Ukrainian].
 15. Bo, C., Jian, W., Hui-min, Z., Hu, L., Bi-ya-si, A., Nan, G., Jian-feng, L., & Tao, F. (2023). Biology organic fertilizer affects the quality and yield of flax under different irrigation regimes. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 60 (3). P. 429–436. doi:10.21162/PAKJAS/23.132
 16. 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 [The influence of biological preparations on the productivity of oil flax in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiologiya – Agricultural microbiology*, 34, 61–68. doi: 10.35868/1997-3004.34.61-68 [in Ukrainian].
 17. Shuvar, A.M., Rudavska, N.M., Dorota, H.M., Behen, L.L., Tymchyshyn, O.F., & Tymkiv, M.Yu. (2021). Osoblyvosti formuvannya efektyvnykh ahrotsenoziv lonu oliinoho za orhanichnoho vyrobnytstva [Peculiarities of the formation of effective agrocenoses of oil flax under organic production]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science*, 6 (819), 34–41. doi: 10.31073/agrovisnyk202106-04 [in Ukrainian].
 18. Solonchuk, T.O., & Tishechkina, K.V. (2021). Use of microfertilizers and bacterial preparations as elements of nutrition optimization and environmental protection under different systems of oil flax growing. *Zahalni aspekty innovatsiynoho rozvytku osvitynoi haluzi v konteksti mizhnarodnoho spivrobitnytstva Ukrayiny [General Aspects of Innovation Development of Education in the Context of International Cooperation of Ukraine]*: Materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Mykolayiv, 23 kvitnya 2021 r. Mykolayiv: MNAU, S. 162–165 [in Ukrainian].
 19. Didora, V.H., Smahliy, O.F., & Ermantraut, E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii [Methods of scientific research in agronomy]*. K.: Tsentr uchbovoyi literatury, 264 [in Ukrainian].
 20. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., & Kryshtop, Ye.A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi. Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy [Research case in agronomy. Theoretical aspects of the research case]*. Kharkiv, 316 [in Ukrainian].
 21. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., & Kryshtop, Ye.A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi. Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen [Research case in agronomy. Statistical processing of agronomic research results]*. Kharkiv, 342 [in Ukrainian].
- Гамаюнова В.В., Задирко Р.В. Вплив макро- та мікродобрів на формування врожайності льону олійного в умовах Південного Степу України**
- Мета.** Визначити вплив передпосівної обробки насіння та фону живлення рослин на формування врожайності середньостиглого сорту льону олійного Надійний за вирощування на чорноземі південному в умовах Посушливого Степу України. **Методи.** Польовий, аналітичний, статистичний. Дослідження проводили у 2021–2023 рр. на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ. Дослід двохфакторний. Фактор А – передпосівна обробка насіння: 1. Обробка водою; 2. Баст Комплекс (0,5 л/т). Фактор В – фон живлення: 1. Без добрив; 2. N₁₅P₁₅K₁₅; 3. Баст Комплекс (1,5 л/га); 4. N₁₅P₁₅K₁₅ + Баст Комплекс (1,5 л/га); 5. Органік Д-2М (2 л/га); 6. N₁₅P₁₅K₁₅ + Органік Д-2М (2 л/га); 7. Бор (1 л/га); 8. N₁₅P₁₅K₁₅ + Бор (1 л/га). Позакореневі підживлення проводили у фазі «ялинки». **Результати.** Передпосівна обробка насіння мікроеле-

ментами, оптимізація фону живлення та обидва фактори у взаємодії сприяли збільшенню врожайності насіння льону олійного. Найвищу ефективність обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс встановлено у варіантах $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М та $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Баст Комплекс – приріст урожайності за рахунок обробки насіння становив 0,13–0,14 т/га. Оптимізація фону живлення сприяла збільшенню врожайності насіння у середньому за фактором на 0,17–0,47 т/га. Найвищий рівень урожайності забезпечило основне внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ з проведенням позакореневих підживлень Бором, Органік Д-2М або Баст Комплекс. Встановлено частку впливу факторів на врожайність насіння: фон живлення – 66%, передпосівна обробка насіння – 22%, взаємодія факторів – 9%. Максимальну врожайність у досліді одержали у варіантах $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор, $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М та $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Баст Комплекс за умови проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс – 1,54–1,61 т/га, тоді як в абсолютному контролі (обробка насіння водою, без внесення добрив) урожайність становила 1,03 т/га. **Висновки.** Встановлено, що проведення передпосівної обробки насіння (Баст Комплекс, 0,5 л/т) та посівів у фазі «ялинка» мікроелементами (Бор, 1 л/га; Органік Д-2М, 2 л/га або Баст Комплекс, 1,5 л/га) на фоні основного внесення мінеральних добрив у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$ сприяє збільшенню врожайності насіння льону олійного на 0,51–0,58 т/га або 49,5–56,3%.

Ключові слова: льон олійний, урожайність, обробка насіння, позакореневе підживлення, мінеральні добрива, мікродобрива, макро-і мікроелементи.

Gamayunova V.V., Zadyrko R.V. The influence of macro- and microfertilizers on the formation of oil flax yield in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Purpose. To determine the impact of pre-sowing seed treatment and plant nutrition background on the yield formation of a medium-ripening variety of oil flax Reliable for cultivation on chernozem soil in the conditions of the Dry Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, analytical, statistical.

The research was conducted in 2021–2023 at the experimental field of the Educational-Scientific-Practical Center of Mykolaiv National Agrarian University. The study is two-factor. Factor A – pre-sowing seed treatment: 1. Water treatment; 2. Bast Complex (0.5 l/ton). Factor B – nutrition background: 1. Without fertilizers; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. Bast Complex (1.5 l/ha); 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Bast Complex (1.5 l/ha); 5. Organic D-2M (2 l/ha); 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Organic D-2M (2 l/ha); 7. Boron (1 l/ha); 8. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Boron (1 l/ha). Foliar feeding was carried out at the «fir tree» stage. **Results.** Pre-sowing seed treatment with micronutrients, optimization of the nutrition background, and both factors in interaction contributed to an increase in the yield of oil flax seeds. The highest efficiency of seed treatment with the micronutrient Bast Complex was found in the variants $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Organic D-2M and $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Bast Complex – the yield increase due to seed treatment was 0.13–0.14 t/ha. Optimization of the nutrition background contributed to an increase in seed yield on average by 0.17–0.47 t/ha per factor. The highest level of yield was provided by the main application of $N_{15}P_{15}K_{15}$ with foliar feeding of Boron, Organic D-2M, or Bast Complex. The share of factors' influence on seed yield was determined: nutrition background – 66%, pre-sowing seed treatment – 22%, interaction of factors – 9%. The maximum yield in the study was obtained in the variants $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Boron, $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Organic D-2M, and $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Bast Complex with pre-sowing seed treatment with the micronutrient Bast Complex – 1.54–1.61 t/ha, while in the absolute control (seed treatment with water, without fertilization) the yield was 1.03 t/ha. **Conclusions.** It has been established that pre-sowing seed treatment (Bast Complex, 0.5 l/ton) and foliar feeding with micronutrients (Boron, 1 l/ha; Organic D-2M, 2 l/ha or Bast Complex, 1.5 l/ha) at the «fir tree» stage on the background of the main application of mineral fertilizers at the rate of $N_{15}P_{15}K_{15}$ contributes to an increase in the yield of oil flax seeds by 0.51–0.58 t/ha or 49.5–56.3%.

Key words: oil flax, yield, seed treatment, foliar feeding, mineral fertilizers, microfertilizers, macro- and microelements.