Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2025, № 39: 106–115

УДК 633.521:631.8:577.114(477.7) DOI: 10.36710/IOC-2025-39-10

ОПТИМІЗАЦІЯ ЖИВЛЕННЯ СОРТІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО У ВПЛИВІ НА ОЛІЙНІСТЬ НАСІННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. А. Зелінський

ДУ "Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН"

Льон олійний є важливою нішевою культурою України, потенціал якої особливо значущий для посушливих умов Південного Степу. Метою дослідження було визначити ефективність удосконаленої системи живлення для підвищення врожайності та якості насіння трьох сортів льону олійного – Водограй, Добродар і Запорізький богатир. У дослідах поєднували мінеральні добрива ($N_{15}P_{15}K_{15}$), біопрепарати для передпосівної обробки (Азотофіт) і позакореневі підживлення (Органік баланс, Боропті, Азотофіт). Комплексне застосування цих елементів сприяло підвищенню вмісту жиру в насінні до 49,3–49,6% (проти 47,8–48,2% у контролі) та збільшенню умовного збору олії до 0,74–0,77 т/га. Найвищі її показники забезпечили сорти Добродар і Запорізький богатир. Розроблена система живлення забезпечує високопродуктивне та якісне вирощування льону олійного в умовах Південного Степу України, сприяє ефективному використанню ресурсів і підвищенню рентабельності виробництва.

Ключові слова: льон олійний, якість насіння, вміст жиру в насінні, умовний вихід олії, сорти, оптимізація живлення, мінеральні добрива, біопрепарати, позакореневе підживлення.

Вступ. Льон олійний є однією з основних олійних культур, яку вирощують у багатьох країнах світу, включаючи Україну. За сучасних кліматичних умов Південного Степу України забезпечення сталої та високої врожайності цієї культури, а також отримання насіння з підвищеним вмістом жиру, є одним із пріоритетних завдань. Особливого значення набуває питання оптимізації живлення рослин, що дає змогу повніше розкрити потенціал сучасних сортів льону олійного за різних погодних умов, а також забезпечити максимальне накопичення цінної олії в насінні (Kalenska, Stolyarchuk 2018; Goyal et al. 2014; Yilmaz, Altuntaş 2020; Lialchuk et al. 2023; Polyakova 2019; Didora et al. 2010; Hamayunova et al. 2024).

Інтенсивність фотосинтетичних процесів, ріст, розвиток та продуктивність рослин льону тісно пов'язані з рівнем забезпечення їх елементами живлення. Однак, у регіонах недостатнього зволоження та значними коливаннями температури, традиційні підходи до удобрення не завжди забезпечують бажаний результат. При цьому актуальним є питання розробки елементів удосконалення системи живлення, які поєднують внесення мінеральних добрив із застосуванням сучасних біопрепаратів для передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. Це дозволяє не лише підвищити ефективність використання поживних речовин рослинами, а й посилити їхню

*Corresponding author

стійкість до абіотичних стресів, зокрема дефіциту вологи (Hamayunova et al. 2019; Tovstanovska 2015; Konovalova 2021; Tsyhankova et al. 2023; Tsyhankova et al. 2024; Rudik 2018; Shuvar 2018; Adamen, Arslanova 2013; Vozhegova et al. 2020; Slisarenko, Salo 2017; Polyakov et al. 2017; Shuvar et al. 2021; Drozd 2017).

Оптимізація системи живлення спрямована на те, щоб не тільки підвищити врожайність льону олійного, а й покращити якість насіння за вмістом жиру, що має важливе значення для харчової, фармацевтичної та переробної галузей. Саме тому дослідження взаємозв'язку між різними елементами живлення, сортовими особливостями та умовами вирощування льону олійного набуває особливого значення для забезпечення продовольчої та економічної безпеки регіону.

Мета роботи ─ оцінка ефективності ресурсоощадної системи живлення, що передбачає проведення позакореневих підживлень сучасними препаратами та передпосівної обробки насіння для підвищення врожайності і вмісту жиру в насінні сортів льону олійного в умовах Південного Степу України.

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 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 дослідах 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 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 насіннєвої та ґрунтової інфекцій. У фазу 4–6 листків проводили позакореневе підживлення рослин згідно схеми досліду 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 досліду 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 дослідах із льоном олійним проводили згідно зональних методичних рекомендацій та ДСТУ.

Результати досліджень та їх обговорення. Результатами досліджень встановлено, що внесення мінеральних добрив, обробка насіння перед сівбою та проведення позакореневих 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).

Оптимізація живлення істотно впливала на врожайність насіння льону олійного. Найнижчою вона сформована у контролі без добрив (0,82–0,87 т/га залежно від сорту). Внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ підвищувало врожайність у середньому на 17–21%. Позакореневі підживлення препаратами Органік баланс, Боропті та Азотофіт забезпечували подальше зростання врожаю. Найвищих значень – 1,56 т/га врожайність забезпечив сорт Добродар за поєднання обробки насіння Азотофітом, внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ т проведення позакореневих підживлень Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт. У всі роки досліджень визначено стійку тенденцію підвищення врожайності насіння за проведення позакореневих підживлень.

Встановлено, що передпосівна обробка насіння Азотофітом підвищувала врожайність льону олійного в середньому на 15–20% порівняно з обробкою водою. Це підтверджує позитивний вплив цього заходу на початковий ріст рослин, подальше формування генеративних органів та загальну продуктивність культури. Використання Азотофіту для обробки насіння є доцільним елементом біологізованої технології вирощування льону олійного в умовах Південного Степу України, оскільки сприяє більш ефективному використанню ресурсів і підвищує стійкість рослин до стресових факторів.

Більш виражену позитивну реакцію на комплексну оптимізацію живлення проявили сорти Добродар і Запорізький богатир, тоді як сорт Водограй характеризувався дещо нижчими значеннями. Інтегрований підхід до оптимізації живлення, що поєднував помірну дозу мінеральних добрив, біопрепарати для позакореневого підживлення та передпосівної обробки насіння, забезпечив достовірне підвищення врожайності насіння льону олійного в умовах Південного Степу України.

Отримані результати підтверджують ефективність застосування ресурсоощадних технологій як важливого чинника підвищення продуктивності льону олійного за кліматичних змін та обмеженого ресурсного забезпечення.

За отриманими результатами визначено, що у всіх досліджуваних сортів простежується чітка тенденція до підвищення вмісту жиру в насінні від застосування комплексного підходу до живлення порівняно з контролем.

Зокрема, у сорту Водограй у насіння контрольного варіанту середній вміст жиру за три роки склав 47,8–47,9%, тоді як внесення мінерального добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$ сприяло його зростанню до 48,2–48,3%.

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 Азотофітом			
	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							

Проведення позакореневих підживлень сучасними препаратами сприяло подальшому збільшенню вмісту жиру, і у найбільш оптимальному варіанті, а саме $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс у фазу 4–6 листків + Органік баланс + Боропті на початку бутонізації + Азотофіт на початку наливу насіння він сягав 49,3–49,4%, що було максимальним показником. Аналогічну тенденцію спостерігали і за проведення передпосівної обробки насіння біопрепаратом Азотофіт, де вміст жиру був дещо вищим порівняно з варіантом обробки водою.

У насіння сорту Добродар середній вміст жиру у контролі склав 48,0–48,2% залежно від обробки насіння. Мінеральне живлення у поєднанні з позакореневими підживленнями сучасними препаратами забезпечувало збільшення цього показника до 49,0–49,5%. Найвищими значення вмісту жиру визначено у насінні варіанту із застосуванням комплексного живлення – до 49,4–49,5%. Обробка насіння Азотофітом посилювала позитивний вплив живлення, збільшуючи вміст жиру у насінні. Для сорту Запорізький богатир у насінні контрольного варіанту середній вміст жиру за три роки склав 48,1–48,2%, а внесення мінерального добрива разом з підживленням препаратами сприяло поступовому зростанню його вмісту за максимальних значень (49,5–49,6%) у варіанті поєднання усіх досліджуваних елементів технології (варіант 7).

Загалом, отримані результати наших досліджень свідчать про суттєвий вплив як варіанта живлення, так і передпосівної обробки насіння на збільшення кількості жиру в насінні льону олійного незалежно від сорту та року вирощування. Найбільший приріст цього показника визначили за комплексного поєднання факторів: застосування мінеральних добрив, сучасних препаратів для підживлення, та біопрепарату Азотофіт для передпосівної обробки насіння. У середньому, використання такого підходу забезпечувало збільшення вмісту жиру на 1,2–1,6% порівняно з контролем. Слід зазначити, що наведена оптимізація живлення більш ефективно проявлялася за проведення передпосівної обробки насіння Азотофітом. Згідно з даними (рис. 1), тенденцію збільшення вмісту жиру в насінні льону олійного визначено для всіх досліджуваних сортів.

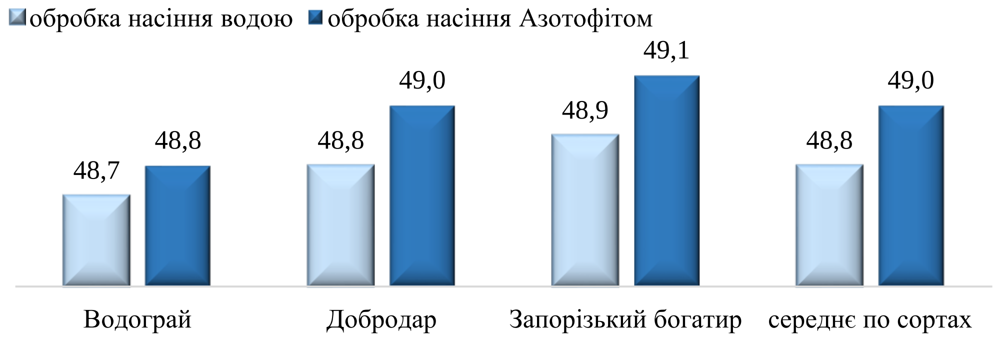

Рис. 1. **Вміст жиру в насінні сортів льону олійного у середньому по варіантах досліду (середнє за 2022–2024 рр.), %**

Так, у сорту Водограй середній вміст жиру за обробки насіння водою становив 48,7%, тоді як за обробки Азотофітом – 48,8%. Аналогічну тенденцію визначено і у сорту Добродар – 48,8% та 49,0% відповідно, а також у сорту Запорізький богатир, де значення зростали з 48,9% до 49,1%. У середньому по всіх сортах різниця між варіантами передпосівної обробки насіння складала 0,2% на користь проведення її Азотофітом.

Вміст жиру в насінні льону необхідно визначати для подальшого розрахунку умовного виходу олії з одиниці площі. Цей показник є дуже важливим, розрахунковим і залежить як від вмісту жиру, так і врожайності насіння, сформованого за впливу факторів вирощування. Ми визначили умовний вихід (збір) олії з насіння льону олійного за варіантами досліду та сортами (табл. 2).

За результатами дослідження встановлено, що поєднання мінеральних добрив, сучасних препаратів для підживлення та проведення передпосівної обробки насіння, суттєво збільшувало умовний збір олії порівняно з контрольними варіантами у всіх досліджуваних сортів. Найнижчими показники умовного збору олії визначено у контрольних варіантах (без добрив за передпосівної обробки насіння водою) – у середньому за три роки цей показник коливався від 0,39 т/га (сорт Водограй) до 0,42 т/га (Добродар) та 0,41 т/га (Запорізький богатир).

Внесення мінерального добрива ($N_{15}P_{15}K_{15}$) зумовило приріст збору олії до 0,48–0,50 т/га, залежно від сорту, а додаткове проведення позакореневих підживлень Органік баланс у фазу 4–6 листків (ялинки) забезпечувало подальше збільшення – до 0,51–0,54 т/га. Поєднання мінерального добрива з позакореневим підживленням Органік балансом та Боропті у фазу бутонізації ще істотніше збільшувало умовний вихід олії, забезпечуючи середньорічний її збір на рівні 0,60–0,62 т/га за обробки насіння водою та 0,72–0,75 т/га – Азотофітом.

Найвищим умовний збір олії нами визначено у варіантах із застосуванням поєднання у системі живлення ($N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті + Азотофіт), варіант 7, у якому середньорічний збір за три роки становив 0,63–0,66 т/га за передпосівної обробки водою та 0,74–0,77 т/га за обробки Азотофітом.

Найвищі значення цього показника забезпечували сорти Добродар і Запорізький богатир, які формували стабільно вищі рівні продуктивності та вихід олії порівняно з сортом Водограй (рис. 2).

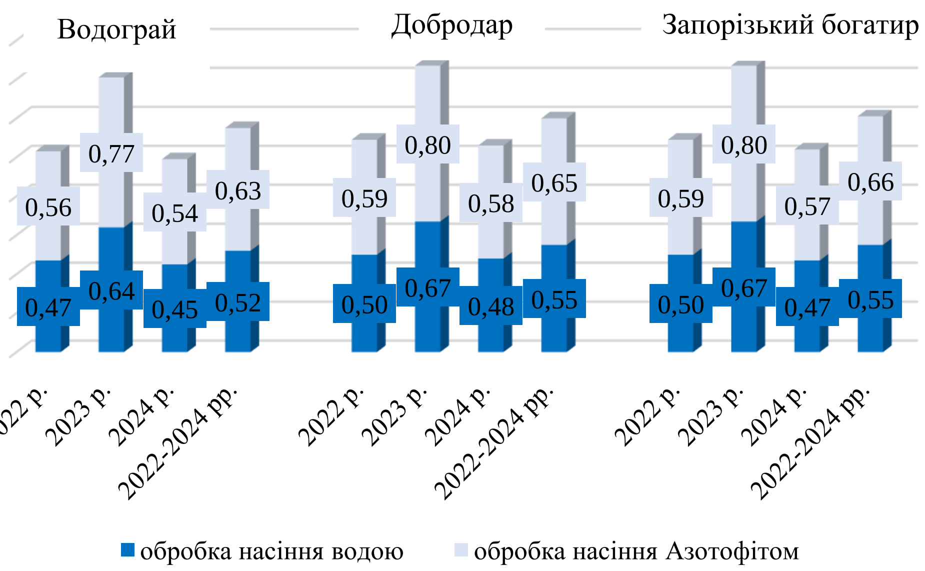

Рис. 2. **Умовний вихід олії з насіння сортів льону олійного з одиниці площі у роки вирощування (середнє за варіантами досліду), т/га**

Таблиця 2

Умовний вихід (збір) олії з насіння льону олійного за впливу досліджуваних факторів, т/га

Варіант живлення (фактор С)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)							
	Обробка водою				Обробка Азотофітом			
	2022	2023	2024	2022-2024	2022	2023	2024	2022-2024
Сорт Водограй (фактор А)								
1.Контроль	0,34	0,51	0,32	0,39	0,40	0,64	0,39	0,48
2.$N_{15}P_{15}K_{15}$	0,42	0,61	0,40	0,48	0,51	0,73	0,48	0,57
3.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	0,45	0,63	0,44	0,51	0,55	0,76	0,53	0,61
4.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	0,54	0,71	0,53	0,60	0,64	0,86	0,64	0,72
5.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	0,51	0,68	0,50	0,57	0,62	0,82	0,60	0,68
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,45	0,61	0,41	0,49	0,53	0,74	0,49	0,59
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,58	0,74	0,56	0,63	0,70	0,83	0,68	0,74
Сорт Добродар (фактор А)								
1.Контроль	0,36	0,54	0,35	0,42	0,42	0,66	0,42	0,50
2.$N_{15}P_{15}K_{15}$	0,45	0,64	0,42	0,50	0,53	0,76	0,51	0,60
3.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	0,48	0,66	0,47	0,54	0,57	0,79	0,56	0,64
4.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	0,57	0,73	0,55	0,62	0,66	0,90	0,67	0,75
5.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	0,54	0,70	0,53	0,59	0,65	0,84	0,63	0,70
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,49	0,63	0,44	0,52	0,56	0,76	0,53	0,62
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,61	0,77	0,59	0,66	0,73	0,86	0,73	0,77
Сорт Запорізький богатир (фактор А)								
1.Контроль	0,36	0,55	0,34	0,41	0,43	0,67	0,41	0,51
2.$N_{15}P_{15}K_{15}$	0,45	0,64	0,42	0,50	0,53	0,76	0,50	0,60
3.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	0,48	0,67	0,47	0,54	0,57	0,80	0,57	0,65
4.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	0,56	0,74	0,55	0,62	0,67	0,89	0,66	0,74
5.$N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	0,54	0,70	0,52	0,59	0,64	0,84	0,63	0,71
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,48	0,64	0,43	0,51	0,57	0,76	0,53	0,62
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	0,61	0,77	0,59	0,65	0,73	0,86	0,71	0,76

Висновки. Таким чином, за результатами досліджень встановлено, що ефективність застосування запропонованої нами комплексної системи живлення, яка передбачає використання мінеральних добрив, сучасних препаратів для позакореневих підживлень та передпосівної обробки насіння Азотофітом.

Запропоновані елементи технології дозволяють отримати сталі рівні врожаїв льону олійного з підвищеним вмістом жиру в насінні та умовному зборі олії з гектару, що має важливе практичне значення для агровиробників у зоні Південного Степу України.

References

Adamen′ FF, Arslanova LE (2013) Vplyv systemy udobrennia na yakisni pokaznyky nasinnia l′onu oliinoho (Effect of the fertilization system on quality indicators of oil flax seed). Visnyk KhNAU. Seriia: Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodovochivnytstvo. (9): 3–6

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

Didora VH, Smagliy OF, Ermantraut ER (2013) Metodyka naukovykh doslidzhen′ v ahronomiyi [tekst]: navch. Posib. (Methods of scientific research in agronomy: textbook). K.: Tsentr uchbovoyi literatury. 264 p.

Drozd IF (2017) Vplyv biolohichnykh osoblyvostey sortu na yakisni pokaznyky l′onu oliynoho v umovakh Peredkarpattya Ukrayiny (Influence of biological features of the variety on the quality indicators of linseed under the conditions of Precarpathian Ukraine). Visnyk L′vivs′koho ahrarnoho universytetu: Ahronomiya. 21: 142–147

Gamayunova V, Khonenko L, Moskva I, Kudrina V, Hlushko T (2019) Vplyv optymizatsiyi zhyvlennya na produktyvnist′ yarykh oliynykh kul′tur na chornozemi pivdennomu v zoni Stepu Ukrayiny pid vplyvom biopreparativ (Influence of nutrition optimization on the productivity of spring oil crops on southern chernozem in the Steppe zone of Ukraine under the influence of biological preparations). Visnyk L′vivs′koho natsional′noho ahrarnoho universytetu. Ahronomiya. 23: 112–118

Gamayunova VV, Sidyakina OV, Zadirko RV (2024) Formuvannya pokaznykiv yakosti vykorystannya l′onu oliynoho za diyi makro- ta mikrodobryv v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny (Formation of seed quality indicators of linseed 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

Goyal A, Sharma V, Upadhyay N et al. (2014) Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. Food Sci. V. 34: 1–21. DOI: 10.1007/s13197-013-1247-9

Kalenska SM, Stolyarchuk TA (2018) Sortovi osoblyvosti formuvannya struktury vrozhayu ta vrozhaynosti l′onu oliynoho zalezhno vid normy vysivu ta shyryny mizhryaddya (Variety characteristics of yield structure formation and productivity of linseed depending on sowing rate and row spacing). Plant Varieties Studying and Protection. 4(3): 302–309 DOI: 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145302

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

Lialchuk PP, Bakhmat M, Makarchuk BM (2023) Formation of yield and seed quality of linseed varieties (*Linum humile* Mill.) under the conditions of the Western

Forest Steppe of Ukraine. Plant Varieties Studying and Protection. 19(4): 254–261 DOI: 10.21498/2518-1017.19.4.2023.291228

Poliakov OI, Nikitenko OV, Makhno OO (2017) Vplyv dodatkovoho zhyvlennya ta systemy osnovnoho zarobitku gruntu na formuvannya produktyvnosti lʹonu oliynoho (Influence of additional nutrition and tillage system on the formation of productivity of linseed). Naukovo-tekhnichnyy byuletenʹ Instytut oliynykh kulʹtur NAAN. 24: 198–207

Poliakova IO (2019) Selektsiyna otsinka sortovykh resursiv lʹonu oliynoho (Breeding evaluation of varietal resources of linseed). Naukovo-tekhnichnyy byuletenʹ Instytut oliynykh kulʹtur NAAN. 27: 79–87 DOI: 10.36710/ioc-2019-27-09

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

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

Rudik OL (2018) Dynamika rozvytku ta produktyvnistʹ lʹonu oliyno-zalezhno vid umov zvolozhennya, udobrennya, 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).

Shuvar AM (2018) Vplyv form azotnykh dobryv na produktyvnistʹ lʹonu 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-tekhnichnyi biuleten instytutu oliinykh kultur NAAN. (26): 108–114 DOI: 10.36710/ioc-2018-26-12.

Shuvar AM, Rudavska NM, Dzyubaylo AH (2021) Produktyvnistʹ lʹonu oliyno zalezhno vid vplyvu biopreparativ ta kompleksnykh mikrodobryv (Productivity of linseed depending on the influence of biological preparations and complex microfertilizers). Peredhirne ta hirsʹke zemlerobstvo i tvarynnytstvo: 142–156

Slisarenko NO, Salo LV (2017) Vplyv mineralnykh dobryv na vrozhainistʹ lʹonu oliinoho sortu nadiinyi (Effect of mineral fertilizers on the yield of oil flax variety Nadiinyi). Zbirnyk naukovykh prats. Kropyvnytskyi: TsNTU. 50–52

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

Tsygankova VA, Andreev AM, Andrusevich 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, Andrusevych YaV, Kopich VM, Kliuchko SV, Pilo SH, Brovarets VS (2023) Vykorystannia ivinu, metiuru, kameturu ta mikrodobryv dlia polipshennia rostu lonu oliinoho (*Linum usitatissimum* L.) (Use of ivin, methiur, cametur and microfertilizers to improve the growth of oil flax (*Linum usitatissimum* L.). Annali dItalia. 48: 3–7 DOI: 10.5281/ZENODO.10034698

Vozhegova R, Borovyk V, Konovalova V (2020) Urozhainistʹ i yakistʹ nasinnia sortiv lʹonu oliinoho v Pivdennomu Stepu Ukrainy zalezhno vid riznykh umov vyroshchuvannia (Yield and seed quality of oil flax varieties in the Southern Steppe of Ukraine under different growing conditions). Visnyk ahrarnoi nauky. 98(3): 82–87 DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-12

Yilmaz G., Altuntaş E. (2020) Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds and harmal seed capsules. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 1. No. 2: 222–232 DOI: 10.46592/turkager.2020.v01i02.001

OPTIMIZATION OF NUTRITION FOR LINSEED VARIETIES INFLUENCING SEED OIL CONTENT UNDER THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

Yu. A. Zelinskyi

Acting Director State Institution "Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Climate-Oriented Agriculture of NAAS"

Linseed (oil flax) is one of the main, though still niche, oilseed crops in Ukraine, for which increasing seed yield and quality is particularly relevant under the conditions of the Southern Steppe. One of the most important directions in improving cultivation technology is the optimization of plant nutrition, which involves combining mineral fertilizers, modern biopreparations for pre-sowing seed treatment, and foliar feeding. The aim of this study was to assess the effectiveness of a resource-saving nutrition system for increasing the yield and oil content in the seeds of three linseed varieties. Field experiments were conducted on southern chernozem in the Mykolaiv region, involving the Vodohrai, Dobrodar, and Zaporizkyi Bohatyr varieties. The research investigated various combinations of mineral nutrition ($N_{15}P_{15}K_{15}$), foliar feeding (Organic Balance, Boropti, Azotofit), as well as two pre-sowing seed treatment schemes (water and Azotofit). According to the results, all varieties showed a clear trend towards increased seed oil content when a comprehensive nutrition system was used compared to the control. In the control, this indicator ranged from 47.8% to 48.2%, while in the variant with all nutrition optimization elements, it increased to 49.3%–49.6%. A similar trend was observed for the conditional oil yield: with comprehensive optimization of nutrition, the oil yield increased to 0.74–0.77 t/ha compared to 0.39–0.42 t/ha in the control. The greatest increase in oil content and oil yield was achieved by combining mineral fertilizers, modern foliar feeding preparations, and the biopreparation Azotofit for pre-sowing seed treatment. The latter factor proved to be more effective than water treatment. The highest results of conditional oil yield were determined for the Dobrodar and Zaporizkyi Bohatyr varieties. The improved nutrition technology proposed here allows for stable linseed yields with increased oil content in seeds, which is highly important for the Southern Steppe zone of Ukraine and ensures the production of high-quality raw materials for the food and processing industries.

Key words: linseed, seed quality, oil content in seeds, conditional oil yield, varieties, nutrition optimization, mineral fertilizers, biopreparations, foliar feeding.