УДК 633.854.54:631.8 DOI: 10.36710/IOC-2025-39-12

ОПТИМІЗАЦІЯ ДОДАТКОВОГО ЖИВЛЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ НОВИХ СОРТІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В ПОСУШЛИВИХ УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

О. І. Поляков, О. В. Нікітенко, Н. М. Усова, І. М. Ломейко

Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України

У статті наведені дані дворічних досліджень впливу мінеральних добрив і регуляторів росту на формування продуктивності сортів льону олійного. Встановлено, що за вирощування льону олійного на фоні внесення мінеральних добрив показники кількості коробочок та насіння на рослині зросли відповідно на: 0,6–1,5 та 4,2–9,1 шт. у сорту Запорізький богатир; 1,1–1,9 та 6,9–11,3 шт. у сорту Добродар; 1,9–3,2 та 12,6–20,8 шт. у сорту Лінсан. Позакореневе підживлення регуляторами росту сприяло збільшенню цих значень відповідно на: 0,3–1,2 та 2,1–7,0 шт.; 0,2–1,2 та 1,5–7,2 шт.; 0,5–1,2 та 0,9–8,2 шт. Під впливом мінеральних добрив маса насіння з рослини збільшилась на: 0,04–0,09 г у сорту Запорізький богатир; 0,06–0,08 г у сорту Добродар та 0,06–0,10 г у сорту Лінсан. Застосування регуляторів росту сприяло збільшенню маси насіння з рослини на 0,01–0,05 г. Під дією мінеральних добрив маса 1000 насінин льону олійного зросла по відношенню до контролю (без добрив) на: 0,20–0,36 г у сорту Запорізький богатир; 0,17–0,29 г у сорту Добродар; 0,14–0,21 г у сорту Лінсан відповідно. Найбільшу масу 1000 насінин: 7,27–7,30 г у сортів Запорізький богатир; 6,86–6,89 г у сорту Добродар і 3,92–3,95 г у сорту Лінсан забезпечило вирощування льону олійного на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Під впливом регуляторів росту маса 1000 насінин збільшилась на 0,01–0,04 г. Найбільшу врожайність льону олійного сортів Запорізький богатир – 1,38 т/га, Добродар – 1,24 т/га, Лінсан – 1,17 т/га отримано на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ з обприскуванням посівів регулятором росту Aminostar у фазу «ялинки». Приріст урожайності від застосування мінеральних добрив становив: 0,17–0,29 т/га для сорту Запорізький богатир; 0,21–0,28 т/га для сорту Добродар; 0,19–0,32 т/га для сорту Лінсан. Застосування регуляторів росту сприяло збільшенню врожайності на 0,02–0,14 т/га.

Ключові слова: льон олійний, сорт, мінеральне добриво, регулятор росту рослин, елемент продуктивності, врожайність.

Вступ. Серед сільськогосподарських культур, які вирощуються в посушливих умовах півдня України, льон олійний є найбільш посухостійким, скоростиглим, потребує малих витрат на вирощування та забезпечує отримання врожайності до 2,0 т/га. Розвиток галузі льонарства в сучасних умовах значною мірою залежить від використання нових сортів льону і економічно вигідних технологічних прийомів вирощування, здатних забезпечувати високі врожаї насіння і бути конкурентним на ринку збуту продукції.

Одним з таких прийомів є застосування мінеральних добрив та регуляторів росту рослин, що дозволить забезпечити рослини додатковим

*Corresponding author

мінеральним живленням. Роль мікроелементів, зокрема: Cu, Mo, Mn, Co, Zn, B в живленні рослин багатогранна. Вони підвищують активність багатьох ферментів і ферментативних систем в рослинному організмі та покращують використання рослинами поживних речовин з ґрунту і добрив. Мікроелементи здатні прискорювати розвиток рослин і дозрівання насіння, підвищувати стійкість рослин до несприятливих умов навколишнього середовища та проти ряду бактеріальних та грибкових захворювань, нормалізувати роботу живих організмів у ґрунті, відновити баланс поживних речовин. Найбільша потреба в поживних речовинах спостерігається в період найбільш інтенсивного росту, тобто в період, коли наступають фази бутонізації, цвітіння і плодоутворення. Це зумовлює проведення підживлення рослин добривами та мікродобривами до часу настання цих фаз, тобто через 15–20 діб після появи сходів льону олійного (Tovstanovska 2015).

Оптимізація застосування мінеральних добрив в поєднанні з регуляторами росту рослин дозволить збільшити продуктивність сучасних високоврожайних сортів.

Метою наших досліджень було встановлення оптимального поєднання фону внесення мінеральних добрив та регулятора росту за вирощування нових сортів льону олійного в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослід проводили в 2024–2025 рр. на дослідному полі Інституту олійних культур Запорізького району Запорізької області. Попередник – зернові, основний обробіток ґрунту – оранка на глибину 22-25 см, глибина загортання насіння – 3–4 см. Сівбу сортів льону олійного (Фактор В): Запорізький богатир; Добродар; Лінсан проводили за температури ґрунту 4–8 °С рядковим способом з нормою висіву 4,5 млн. схожих насінин на гектар. Застосування мінеральних добрив (Фактор А): 1. Без добрив (контроль); 2. $N_{40}P_{60}$; 3. $N_{60}P_{60}K_{60}$. Внесення мінеральних добрив здійснювали під передпосівну культивацію. Застосування регуляторів росту (Фактор С): 1. Без застосування (контроль); 2. Хелатин Фіто (1,0 л/га); 3. Aminostar (0,5 л/га); 4. Плантатор (1,5 кг/га); 5. Ferti Leaf (1,0 л/га). Обробку посівів регуляторами росту проводили у фазу «ялинки». Врожай збирали комбайном „Winterschteiger".

Закладання досліду, облік, вимірювання та супутні спостереження проводили за методиками польових дослідів (Rozhkov et al. 2016a). Дисперсійний аналіз здійснювали в програмному пакеті Microsoft Excel на основі методик викладених Рожковим А.О. та ін. (Rozhkov et al. 2016b).

Результати досліджень та їхнє обговорення. Аналіз результатів наукових досліджень, які проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах України та світу свідчить про позитивний вплив додаткового живлення на ріст, розвиток та формування продуктивності льону олійного.

За даними результатів досліджень, які проведені в Інституті олійних культур в попередні роки встановлено, що найбільшу врожайність льону олійного сорту Водограй – 1,55 т/га отримана за класичної системи основного обробітку ґрунту, внесення добрив в дозі $N_{60}P_{90}$ під передпосівну культивацію та обробки посівів у фазу «ялинки» сумішшю препаратів Рост-концентрат + Хелатин олійні та Рост-концентрат + Хелатин олійні + Хелатин моно бор (Poliakov et al. 2018, Poliakov et al. 2019).

Гамаюнова та ін. визначили, що використання сучасних рістрегулюючих препаратів для обробки насіння та обприскування посівів в посушливих умовах

зони Степу сприяло збільшенню урожайності льону олійного сорту Водограй з 1,06 т/га на контролі до 1,17–1,39 т/га у варіантах із підживленнями, а у сорту Орфей – з 0,99 до 1,11–1,34 т/га відповідно. Максимальну врожайність льон олійний сформував за проведення двох підживлень біопрепаратом Нутрівант Плюс олійний у фазу «ялинки» та на початку бутонізації по фону внесення до сівби $N_{30}P_{30}K_{30}$ (Hamaiunova et al. 2019).

Також, Гамаюнова В. В. та Задирко Р. В. зробили висновок, що максимальні значення висоти рослин (80,2–81,0 см) забезпечило проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{15}P_{15}K_{15}$ та проведення позакореневого підживлення мікродобривом Баст Комплекс, органо-мінеральним добривом Органік Д-2М та мікроелементом Бором, що на 6,2–7,0 см або 8,4–9,5 % більше, ніж в абсолютному контролі без внесення добрив та з обробкою насіння водою (Hamaiunova et al. 2023, Hamaiunova et al. 2024).

Науковці Асканійської дослілної станції дослідили вплив різних за походженням та механізмами дії біологічних препаратів на урожайність та вміст жиру в насінні льону олійного в посушливих умовах на фоні штучного та природного зволоження. встановлено, що найбільшу врожайність (0,99 т/га) та найбільший вихід олії (428 кг/га) забезпечила обробка насіння перед сівбою органічним добривом Біо-гель в дозі 1,5 л/га. Найбільший вміст жиру в насінні (43,0 %) – позакоренева обробка рослин препаратом Азофосфорин. Застосування мікробіологічних препаратів Екофосфорин, Binoc ТК та Азофосфорин для обробки насіння сприяло збільшенню врожайності на 0,08–0,22 т/га та виходу олії на 11,1–12,9 % (Siabruk et al. 2021).

За результатами досліджень по визначенню впливу передпосівної обробки насіння різними фізіологічно активними препаратами: Радіфарм, Вимпел, Поліміксобактерин та Вітазим на продуктивність льону олійного в умовах Лісостепу Східного встановлено, що обробка насіння препаратами Радіфарм та Вимпел забезпечила більшу прибавку врожаю насіння льону олійного на рівні 0,24 та 0,16 т/га. найбільш ефективним виявився препарат Радіфарм, який забезпечив максимальну врожайність насіння льону олійного – 1,64 т/га (прибавка до контролю 19,7 %) (Voropai et al. 2024).

В умовах Західного Лісостепу України найбільший приріст урожайності льону олійного сорту Світлозір 0,28 т/га від застосування борвмісних мікродобрив, отримано за обробки препаратом Borogreen L з нормою внесення 150 г/га діючої речовини бору. Найвищий вміст жиру в насінні льону олійного 45,5 % (+ до контролю 1,4 %) та вихід олії з гектара – 0,98 т (+ до контролю 0,15 т/га) отримано також за обробки препаратом Borogreen L. із нормою 150 г/га діючої речовини бору (Kucher et al. 2023).

Циганкова В. А. та ін. вивчали вплив синтетичних регуляторів росту рослин Івіну, Метіуру та Каметуру, застосованих окремо або в комбінації з мікродобривами Росток Екстра та Radix Tim forte+ на ріст та розвиток льону олійного сорту Айсберг. Встановлено поліпшення ростових показників рослин льону олійного за усіх варіантів застосування препаратів (Tsyhankova et al. 2023, Tsyhankova et al. 2024).

Дослідниками Шуваром А. М., Рудавською Н. М. та Дзюбайло А. Г. встановлено ефективність використання комплексних мікродобрив, рістстимуляторів та біопестицидів в органічній технології вирощування льону

олійного в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Західного. Найвищу продуктивність насіння льону олійного – 1,34 т/га забезпечило оброблення насіння перед сівбою біостимулятором Вітазим. Приріст до контролю становив 0,17 т/га (14,1 %). Інші стимулятори зумовили збільшення врожайності насіння в межах 0,11–0,12 т/га (9,5–10,9 %). За використання інших комплексних мікродобрив приріст врожайності насіння становив 0,08–0,09 т/га (6,8–7,8 %) (Shuvar et al. 2021).

Також, для умов Лісостепу Західного Кучер І. П. рекомендує вирощувати льон олійний із застосуванням у вигляді позакореневого підживлення у фазу бутонізації борвмісного мікродобрива Borogreen L в нормі 1,0 л/га: сорту Водограй за норми висіву 4 млн шт./га, що забезпечує врожайність на рівні 2,15 т/га із вмістом жиру 43 %; сорту Світлозір за норми висіву 5 млн шт./га, що забезпечує врожайність на рівні 2,21 т/га із вмістом жиру 43,9 %; сорту Живинка за норми висіву 5 млн шт./га, що забезпечує врожайність на рівні 2,03 т/га із вмістом жиру 41,5 % (Kucher 2023).

Вченими різних країн доведено, що внесення сірки в поєднанні з фосфорними добривами сприяло отриманню врожайності до 2,90 т/га (Dimmock et al. 2005, Dribnenki et al. 1999).

Для ґрунтово-кліматичних умов китайської провінції Ганьсу підтверджено, що оптимізація фону живлення сприяє більш ефективному використанню вологи рослинами та формуванню максимальної продуктивності льону олійного (Xu P et al. 2023).

При вивченні впливу застосування добрив на зміну структурних компонентів продуктивності льону олійного на супіщаному ґрунті в Познані (Польща) встановлено тісний кореляційний зв'язок між елементами продуктивності, врожайністю та застосуванням добрив (Cremaschi et al. 2000).

Рядом дослідників доведено позитивний вплив органічних та біодобрив на морфологічні ознаки, показники елементів продуктивності, рівень врожайності та якість продукції сортів льону олійного (Hassoon et al. 2021, Singh et al. 2021).

В умовах США приріст врожаю від застосування азотних добрив в поєднанні з сіркою становив: на легких ґрунтах 21 %, на важких 38 % (Endres et al.2002).

За результатами наших досліджень встановлено особливості формування продуктивності сортів льону олійного залежно від мінеральних добрив та регуляторів росту.

В середньому за два роки, залежно від варіанту застосування регуляторів росту, кількість коробочок на рослині льону олійного на контролі (без добрив) знаходилась в межах: 7,7–8,8 шт. у сорту Запорізький богатир; 6,7–7,5 шт. у сорту Добродар; 9,7–10,9 шт. у сорту Лінсан (табл. 1). За вирощування льону олійного на фоні внесення мінеральних добрив кількість коробочок зросла відповідно на: 0,7–1,5; 1,1–1,9; 1,9–2,5 шт. за дози $N_{40}P_{60}$ та 0,6–1,5; 1,3–1,6; 2,6–3,2 шт. за дози $N_{60}P_{60}K_{60}$. Найбільші значення кількості коробочок на рослині для всіх сортів льону олійного отримано за вирощування на фоні внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Найбільш чутливим до мінеральних добрив виявився сорт Лінсан, а найменш чутливим сорт Запорізький богатир.

Таблиця 1

Кількість коробочок та насіння на рослині льону олійного залежно від фону мінеральних добрив та застосування регуляторів росту, шт. (2024–2025 рр.)

Застосування мінеральних добрив (А)	Застосування регуляторів росту (С) *	Кількість коробочок на рослині, шт	± від		Кількість насіння на рослині, шт	± від	
			добрив, шт.	регуляторів росту, шт.		добрив, шт.	регуляторів росту, шт.
Запорізький богатир (В)							
Без добрив	1	7,7	-	-	48,3	-	-
	2	8,2	-	0,5	51,8	-	3,5
	3	8,8	-	1,1	55,3	-	7,0
	4	8,0	-	0,3	50,5	-	2,2
	5	8,2	-	0,5	51,7	-	3,4
$N_{40}P_{60}$	1	8,5	0,8	-	53,8	5,5	-
	2	9,0	0,8	0,5	56,6	4,8	2,8
	3	9,5	0,7	1,0	60,0	4,7	6,2
	4	8,9	0,9	0,4	55,9	5,4	2,1
	5	9,7	1,5	1,2	60,7	9,0	6,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1	9,0	1,3	-	56,9	8,6	-
	2	9,4	1,2	0,4	59,4	7,6	2,5
	3	9,4	0,6	0,4	59,5	4,2	2,6
	4	9,5	1,5	0,5	59,6	9,1	2,7
	5	9,5	1,3	0,5	60,0	8,3	3,1
Добродар							
Без добрив	1	6,7	-	-	41,1	-	-
	2	7,3	-	0,6	44,7	-	3,6
	3	7,5	-	0,8	46,1	-	5,0
	4	6,9	-	0,2	42,6	-	1,5
	5	7,0	-	0,3	43,2	-	2,1
$N_{40}P_{60}$	1	7,8	1,1	-	48,0	6,9	-
	2	8,5	1,2	0,7	52,4	7,7	4,4
	3	9,0	1,5	1,2	55,2	9,1	7,2
	4	8,2	1,3	0,4	50,3	7,7	2,3
	5	8,9	1,9	1,1	54,5	11,3	6,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1	8,2	1,5	-	50,3	9,2	-
	2	8,6	1,3	0,4	52,4	7,7	2,1
	3	8,8	1,3	0,6	53,7	7,6	3,4
	4	8,5	1,6	0,3	52,4	9,8	2,1
	5	8,6	1,6	0,4	53,0	9,8	2,7
Лінсан							
Без добрив	1	9,7	-	-	61,6	-	-
	2	10,6	-	0,9	66,7	-	5,1
	3	10,9	-	1,2	68,8	-	7,2
	4	10,2	-	0,5	64,2	-	2,6
	5	10,5	-	0,8	66,3	-	4,7
$N_{40}P_{60}$	1	12,0	2,3	-	76,1	14,5	-
	2	12,5	1,9	0,5	79,3	12,6	3,2
	3	13,1	2,2	1,1	83,0	14,2	6,9
	4	12,1	1,9	0,1	77,0	12,8	0,9
	5	13,0	2,5	1,0	81,9	15,6	5,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1	12,6	2,9	-	79,8	18,2	-
	2	13,8	3,2	1,2	87,1	20,4	8,2
	3	13,5	2,6	0,9	85,6	16,8	6,7
	4	13,4	3,2	0,8	85,0	20,8	6,1
	5	13,4	2,9	0,8	84,4	18,1	5,5
$НІР_{095}$, для кількості коробочок: А – 0,20–0,29; В – 0,20–0,29; С – 0,26–0,37; АВС – 0,79–1,11. для кількості насіння: А – 1,22–2,87; В – 1,22–2,87; С – 1,58–3,71; АВС – 4,74–11,13.							

Примітка *: 1 – Без застосування (контроль); 2 – Хелатин Фіто (1,0 л/га); 3 – Aminostar (0,5 л/га); 4 – Плантатор (1,5 кг/га); 5 – Ferti Leaf (1,0 л/га)

Під впливом застосування регуляторів росту кількість коробочок збільшилась на: 0,3–1,1 шт. у сорту Запорізький богатир; 0,2–0,8 шт. у сорту Добродар; 0,5–1,2 шт. у сорту Лінсан на фоні без добрив; 0,4–1,2 шт. у сорту Запорізький богатир; 0,4–1,2 шт. у сорту Добродар; 0,1–1,1 шт. у сорту Лінсан на фоні $N_{40}P_{60}$ та 0,4–0,5 шт. у сорту Запорізький богатир; 0,3–0,6 шт. у сорту Добродар; 0,8–1,2 шт. у сорту Лінсан на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$.

В середньому за два роки показники кількості насінин з рослини льону олійного найменшими були на фоні без добрив і знаходились в межах: 48,3–55,3 шт. у сорту Запорізький богатир; 41,1–46,1 шт. у сорту Добродар; 61,6–68,8 шт. у сорту Лінсан За вирощування льону олійного на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{40}P_{60}$ кількість насінин зросла відповідно на: 4,7–9,0 шт.; 6,9–11,3 шт.; 12,6–15,6 шт., а за дози $N_{60}P_{60}K_{60}$ на: 4,2–9,1 шт.; 7,6-9,8 шт.; 16,8–20,8 шт. Під впливом регуляторів росту кількість насінин на рослині льону олійного зросла на: 2,2–7,0 шт. у сорту Запорізький богатир; 1,5–5,0 шт. у сорту Добродар; 2,6–7,2 шт. у сорту Лінсан на фоні без добрив; 2,1–6,9 шт. у сорту Запорізький богатир; 2,3–7,2 шт. у сорту Добродар; 0,9–6,9 шт. у сорту Лінсан на фоні $N_{40}P_{60}$; 2,5–3,1 шт. у сорту Запорізький богатир; 2,1–3,4 шт. у сорту Добродар; 5,2–7,3 шт. у сорту Лінсан на фоні $N_{60}P_{60}K_{60}$.

У середньому за два роки, показники маси насіння з рослини змінювались під впливом мінеральних добрив та регуляторів росту. Найменшими вони були за вирощування льону олійного на контролі (без добрив) і становили, залежно від варіанту застосування регуляторів росту: 0,34–0,39 г у сорту Запорізький богатир; 0,27–0,31 г у сорту Добродар та 0,23–0,26 г у сорту Лінсан. Під впливом мінеральних добрив показники маси насіння з рослини зросли по відношенню до контролю на: 0,04–0,08 г у сорту Запорізький богатир; 0,06–0,08 г у сорту Добродар; 0,06–0,07 г у сорту Лінсан за вирощування на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{40}P_{60}$ та 0,05–0,09 г у сорту Запорізький богатир; 0,06–0,08 г у сорту Добродар; 0,08–0,10 г у сорту Лінсан за вирощування на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Найбільші значення маси насіння з рослини льону олійного: 0,42–0,44 г у сорту Запорізький богатир; 0,35–0,37 г у сорту Добродар та 0,32–0,35 г у сорту Лінсан отримано за вирощування на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Застосування регуляторів росту сприяло збільшенню маси насіння з рослини на 0,01–0,05 г у сортів Запорізький богатир та Добродар. Сорт Лінсан виявився менш чутливим до застосування регуляторів росту. Показники маси насіння збільшились на 0,01–0,03 г (табл. 2).

Одним із важливих показників елементів продуктивності та якості є маса 1000 насінин, яка також змінювалась під впливом агроприйомів вирощування. В середньому за два роки застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню маси 1000 насінин льону олійного з: 6,91–6,95 г у сорту Запорізький богатир; 6,58–6,62 г у сорту Добродар; 3,71–3,75 г у сорту Лінсан на контролі (без добрив) до: 7,13–7,16 або на 0,20–0,22 г у сорту Запорізький богатир; 6,76–6,79 або на 0,17-0,18 г у сорту Добродар; 3,86–3,89 або на 0,14-0,15 г у сорту Лінсан на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{40}P_{60}$ та 7,27–7,30 або на 0,33–0,36 г у сорту Запорізький богатир; 6,86–6,89 або на 0,27–0,29 г у сорту Добродар; 3,92–3,95 або на 0,19–0,21 г у сорту Лінсан на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, за якої отримано найбільші показники. Найбільш чутливим до внесення мінеральних добрив виявився сорт Запорізький богатир.

Таблиця 2

Маса насіння з рослини та 1000 насінин льону олійного залежно від фону мінеральних добрив та застосування регуляторів росту (2024–2025 рр.)

Застосування мінеральних добрив (А)	Застосування регуляторів росту (С)	Маса насіння з рослини, г	± від		Маса 1000 насінин, г	± від	
			добрив, шт.	регуляторів росту, шт.		добрив, г	регуляторів росту, г
Запорізький богатир (В)							
Без добрив	1	0,34	-	-	6,91	-	-
	2	0,36	-	0,02	6,94	-	0,03
	3	0,39	-	0,05	6,95	-	0,04
	4	0,35	-	0,01	6,93	-	0,02
	5	0,36	-	0,02	6,94	-	0,03
$N_{40}P_{60}$	1	0,40	0,06	-	7,13	0,22	-
	2	0,40	0,04	0,00	7,14	0,20	0,01
	3	0,43	0,04	0,03	7,15	0,20	0,02
	4	0,40	0,05	0,00	7,14	0,21	0,01
	5	0,44	0,08	0,04	7,16	0,22	0,03
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1	0,42	0,08	-	7,27	0,36	-
	2	0,44	0,08	0,02	7,29	0,35	0,02
	3	0,44	0,05	0,02	7,28	0,33	0,01
	4	0,44	0,09	0,02	7,28	0,35	0,01
	5	0,44	0,08	0,02	7,30	0,36	0,03
Добродар							
Без добрив	1	0,27	-	-	6,58	-	-
	2	0,30	-	0,03	6,61	-	0,03
	3	0,31	-	0,04	6,62	-	0,04
	4	0,28	-	0,01	6,59	-	0,01
	5	0,29	-	0,02	6,61	-	0,03
$N_{40}P_{60}$	1	0,33	0,06	-	6,76	0,18	-
	2	0,36	0,06	0,03	6,78	0,17	0,02
	3	0,38	0,07	0,05	6,79	0,17	0,03
	4	0,34	0,06	0,01	6,77	0,18	0,01
	5	0,37	0,08	0,04	6,79	0,18	0,03
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1	0,35	0,08	-	6,86	0,28	-
	2	0,36	0,06	0,01	6,88	0,27	0,02
	3	0,37	0,06	0,02	6,89	0,27	0,03
	4	0,36	0,08	0,01	6,88	0,29	0,02
	5	0,37	0,08	0,02	6,89	0,28	0,03
Лінсан							
Без добрив	1	0,23	-	-	3,71	-	-
	2	0,25	-	0,02	3,73	-	0,02
	3	0,26	-	0,03	3,75	-	0,04
	4	0,24	-	0,01	3,72	-	0,01
	5	0,25	-	0,02	3,75	-	0,04
$N_{40}P_{60}$	1	0,30	0,07	-	3,86	0,15	-
	2	0,31	0,06	0,01	3,88	0,15	0,02
	3	0,33	0,07	0,03	3,89	0,14	0,03
	4	0,30	0,06	0,00	3,87	0,15	0,01
	5	0,32	0,07	0,02	3,89	0,14	0,03
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1	0,32	0,09	-	3,92	0,21	-
	2	0,35	0,10	0,03	3,94	0,21	0,02
	3	0,34	0,08	0,02	3,95	0,20	0,03
	4	0,34	0,10	0,02	3,92	0,20	0,00
	5	0,34	0,09	0,02	3,94	0,19	0,02
$НІР_{095}$, для маси насіння з рослини: А – 0,01–0,02; В – 0,01–0,02; С – 0,02–0,03; АВС – 0,06–0,09; для маси 1000 насінин: А – 0,02–0,04; В – 0,02–0,04; С – 0,03–0,05; АВС – 0,09–0,14.							

Примітка *: 1 – Без застосування (контроль); 2 – Хелатин Фіто (1,0 л/га); 3 – Aminostar (0,5 л/га); 4 – Плантатор (1,5 кг/га); 5 – Ferti Leaf (1,0 л/га)

Таблиця 3

Урожайність льону олійного залежно від фону мінеральних добрив та застосування регуляторів росту по сортах, т/га (2024–2025 рр.)

Застосування мінеральних добрив (А)	Застосування регуляторів росту (С)	Урожайність, т/га	Приріст від добрив, т/га	Приріст від регуляторів росту, т/га
Запорізький богатир (В)				
Без добрив	Без препаратів	1,02	-	-
	Хелатин Фіто	1,11	-	0,09
	Aminostar	1,15	-	0,13
	Плантатор	1,05	-	0,03
	Ferti Leaf	1,12	-	0,10
$N_{40}P_{60}$	Без препаратів	1,23	0,21	-
	Хелатин Фіто	1,28	0,17	0,05
	Aminostar	1,32	0,17	0,09
	Плантатор	1,25	0,20	0,02
	Ferti Leaf	1,30	0,18	0,07
$N_{60}P_{60}K_{60}$	Без препаратів	1,31	0,29	-
	Хелатин Фіто	1,36	0,25	0,05
	Aminostar	1,38	0,23	0,07
	Плантатор	1,34	0,29	0,03
	Ferti Leaf	1,37	0,25	0,06
Добродар				
Без добрив	Без препаратів	0,88	-	-
	Хелатин Фіто	0,96	-	0,08
	Aminostar	1,02	-	0,14
	Плантатор	0,93	-	0,05
	Ferti Leaf	0,97	-	0,09
$N_{40}P_{60}$	Без препаратів	1,11	0,23	-
	Хелатин Фіто	1,18	0,22	0,07
	Aminostar	1,22	0,20	0,11
	Плантатор	1,14	0,21	0,03
	Ferti Leaf	1,20	0,23	0,09
$N_{60}P_{60}K_{60}$	Без препаратів	1,16	0,28	-
	Хелатин Фіто	1,20	0,24	0,04
	Aminostar	1,24	0,22	0,08
	Плантатор	1,18	0,25	0,02
	Ferti Leaf	1,22	0,25	0,06
Лінсан				
Без добрив	Без препаратів	0,76	-	-
	Хелатин Фіто	0,82	-	0,06
	Aminostar	0,87	-	0,11
	Плантатор	0,79	-	0,03
	Ferti Leaf	0,85	-	0,09
$N_{40}P_{60}$	Без препаратів	0,99	0,23	-
	Хелатин Фіто	1,03	0,21	0,04
	Aminostar	1,07	0,20	0,08
	Плантатор	1,01	0,22	0,02
	Ferti Leaf	1,04	0,19	0,05
$N_{60}P_{60}K_{60}$	Без препаратів	1,08	0,32	-
	Хелатин Фіто	1,12	0,30	0,04
	Aminostar	1,17	0,30	0,09
	Плантатор	1,10	0,31	0,02
	Ferti Leaf	1,14	0,29	0,06
$НІР_{095}$, А – 0,02; В – 0,02; С – 0,02; АВС – 0,07.				

Під впливом регуляторів росту показники маси 1000 насінин залежно від фону живлення зросли на 0,01–0,04 г. Найбільші значення маси 1000 насінин для сортів, що вивчались за усіх фонів внесення мінеральних добрив забезпечило позакореневе підживлення посівів регуляторами росту Aminostar та Ferti Leaf.

В середньому за два роки рівень урожайності льону олійного на контролі (без добрив) становив, залежно від варіанту застосування регуляторів росту: 1,02–1,15 т/га для сорту Запорізький богатир; 0,88–1,02 т/га для сорту Добродар та 0,76–0,87 т/га для сорту Лінсан. При цьому, приріст врожайності від регуляторів росту дорівнював відповідно: 0,03–0,13; 0,05–0,14 та 0,03–0,11 т/га.

За вирощування льону олійного на фоні $N_{40}P_{60}$ урожайність зросла до: 1,23–1,32 або на 0,17-0,21 т/га для сорту Запорізький богатир; 1,11–1,22 або на 0,20-0,23 т/га для сорту Добродар та 0,99–1,07 або на 0,20–0,23 т/га для сорту Лінсан. Обприскування посівів регуляторами росту на цьому фоні було дещо менш ефективним та приріст становив відповідно: 0,02–0,11; 0,03–0,11 та 0,02–0,08 т/га. За внесення добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ отримано найбільші значення врожайності: 1,31–1,38 т/га для сорту Запорізький богатир; 1,16–1,24 т/га для сорту Добродар та 1,08–1,17 т/га для сорту Лінсан. Приріст від мінеральних добрив за цих умов становив відповідно: 0,23–0,29; 0,22–0,28 та 0,29–0,32 т/га. Приріст від регуляторів росту становив відповідно: 0,03–0,07; 0,02–0,08 та 0,02–0,09 т/га. Найбільш чутливим до внесення мінеральних добрив виявився сорт льону олійного Лінсан. Обприскування посівів регулятором росту Aminostar було найбільш ефективним за всіх фонів мінерального живлення та всіх сортів льону олійного, що вивчались (див. табл. 3).

Найбільшу врожайність льону олійного сортів Запорізький богатир – 1,38 т/га, Добродар – 1,24 т/га та Лінсан – 1,17 т/га отримано на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ з обприскуванням посівів регулятором росту Aminostar у фазу «ялинки».

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено вплив мінеральних добрив і регуляторів росту на формування продуктивності сортів льону олійного:

1. За вирощування льону олійного на фоні внесення мінеральних добрив показники кількості коробочок та насіння на рослині зросли відповідно на: 0,6–1,5 та 4,2–9,1 шт. у сорту Запорізький богатир; 1,1–1,9 та 6,9–11,3 шт. у сорту Добродар; 1,9–3,2 та 12,6–20,8 шт. у сорту Лінсан. Позакореневе підживлення регуляторами росту сприяло збільшенню цих значень відповідно на: 0,3–1,2 та 2,1–7,0 шт.; 0,2–1,2 та 1,5–7,2 шт.; 0,5–1,2 та 0,9–8,2 шт.

2. Під впливом мінеральних добрив маса насіння з рослини збільшилась на: 0,04–0,09 г у сорту Запорізький богатир; 0,06–0,08 г у сорту Добродар та 0,06–0,10 г у сорту Лінсан. Застосування регуляторів росту сприяло збільшенню маси насіння з рослини на 0,01–0,05 г.

3. Під дією мінеральних добрив маса 1000 насінин льону олійного зросла по відношенню до контролю (без добрив) на: 0,20–0,36 г у сорту Запорізький богатир; 0,17–0,29 г у сорту Добродар; 0,14–0,21 г у сорту Лінсан відповідно. Найбільшу масу 1000 насінин: 7,27–7,30 г у сортів Запорізький богатир; 6,86–6,89 г у сорту Добродар і 3,92–3,95 г у сорту Лінсан забезпечило вирощування льону олійного на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Під впливом регуляторів росту маса 1000 насінин збільшилась на 0,01–0,04 г.

4. Найбільшу врожайність льону олійного сортів Запорізький богатир – 1,38 т/га, Добродар – 1,24 т/га, Лінсан – 1,17 т/га отримано на фоні внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ з обприскуванням посівів регулятором росту Aminostar у фазу «ялинки». Приріст урожайності від застосування мінеральних добрив становив: 0,17–0,29 т/га для сорту Запорізький богатир; 0,21–0,28 т/га для сорту Добродар; 0,19–0,32 т/га для сорту Лінсан. Застосування регуляторів росту сприяло збільшенню врожайності на 0,02–0,14 т/га.

References

Cremaschi D, Maestrini C (2000) Growth, productivity and nutrients uptake in linseed flax (Linum usitatissumum L.). *Natural fibers*. Poznan. 44: 61–68

Dimmock J, Bennett S, Wright D (2005) Agronomic evaluation and performance of flax varieties for industrial fibre production. *Journal of Agricultural Science*. 143: 299–309

Dribnenki JCP, McEachern SF, Allan G Green, Kenaschuk EO, Rashid KY (1999) Linola (TM) 2047 low linolenic flax. Canadian Journal of Plant Science. 79(4): 607-609 DOI:10.4141/P99-053

Endres G, Hanson B (2002) Flax response to nitrogen and seeding rates. Proceedings of the 59-th Flax Institute of the United States. March 21–23: 196–198

Hamaiunova VV, Khonenko LH, Moskva IS, Kudrina VS, Hlushko TV (2019) Vplyv optymizatsii zhyvlennia na produktyvnist yarykh oliinykh kultur na chornozemi pivdennomu v zoni Stepu Ukrainy pid vplyvom biopreparativ. Visnyk LNAU. Agronomy. 23: 112–118

Hamaiunova VV, Zadyrko RV (2023) Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhyvlennia na vodospozhyvannia lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. Ahrarni innovatsii. 22: 186–192 DOI: 10.32848/agrar.innov.2023.22.29

Hamaiunova VV, Zadyrko RV (2024) Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhyvlennia na vysotu roslyn lonu oliinoho v umovakh pivdennoho stepu Ukrainy. Tavriiskyi naukovyi visnyk. 137: 56–62 DOI: 10.32782/2226-0099.2024.137.7

Hassoon AS, Alnuaimi JJJ (2021) The effect of biofertilization in fatty acids content for many flax varieties. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 910:012042 DOI: 10.1088/1755-1315/910/1/012042

Kucher IP (2023) Formuvannia produktyvnosti sortiv lonu oliinoho zalezhno vid tekhnolohichnykh zakhodiv v umovakh Lisostepu zakhidnoho. Dysertatsiia. Kamianets-Podilskyi. 199 s.

Kucher IP, Khomina V (2023) Urozhainist ta vmist zhyru v nasinni lonu oliinoho zalezhno vid biolohichnykh ta tekhnolohichnykh faktoriv v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. SWorldJournal. 1(20–01): 131–139 DOI:10.30888/2663-5712.2023-20-01-033

Poliakov OI, Nikitenko OV, Makhno OO (2018) Reaktsiia lonu oliinoho na dodatkove zhyvlennia za riznykh system osnovnoho obrobitku gruntu. Naukovo-tekhnichnyi biuleten IOK NAAN. 25: 125–134

Poliakov OI, Nikitenko OV, Makhno OO (2019) Vplyv ahropryiomiv vyroshchuvannia na vodospozhyvannia lonu oliinoho sortu Vodohrai. Naukovo-tekhnichnyi biuleten IOK NAAN. 27: 117–124

Rozhkov AO, Puzik VK, Kalenska SM, Puzik LM, Popov SI, Muzafarov NM, Bukhalo VIa, Kryshtop YeA (2016b) Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen. Kharkiv. Maidan: 342 p.

Rozhkov AO, Puzik VK, Kalenska SM, Puzik LM, Popov SI, Muzafarov NM, Bukhalo VIa, Kryshtop YeA (2016a) Teoretychni aspekty doslidnoi spravy. Kharkiv. Maidan: 316 p.

Shuvar AM, Rudavska NM, Dziubailo AH (2021) Produktyvnist lonu oliinoho zalezhno vid vplyvu biopreparativ ta kompleksnykh mikrodobryv. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo. 69 (1): 142–156 DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-9

Siabruk TA, Konovalova VM, Levenets TP, Rudik OL (2021) Vplyv biolohichnykh preparativ na produktyvnist lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. Silskohospodarska mikrobiolohiia. 34: 61–68 DOI: 10.35868/1997-3004.34.61-68

Singh M, Chauhan D, Bharti B (2021) Impact of organic and biofertilizer application on yield attributing characters in linseed (Linum usitatissimum L.). International Journal of Advances in Agricultural Science & Technology. 8 (12):11–31 DOI:10.47856/ijaast.2021.v08i12.002

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.). Annali dItalia. 48: 3–7 DOI: 10.5281/ZENODO.10034698

Tovstanovska TH (2015) Lon bez obmanu. Farmer the Ukrainian. 3: 106–109

Voropai YuV, Chyhryn OV, Potashova LM (2024) Vplyv peredposivnoi stymuliatsii nasinnia na produktyvnist lonu oliinoho. Ahrarni innovatsii. 23: 32–37 DOI: 10.32848/agrar.innov.2024.23.5

Xu P, Gao Y, Cui Z, Wu B, Yan B, Wang Y, Wen M, Wang H, Ma X, Wen Z (2023) Application of Organic Fertilizers Optimizes Water Consumption Characteristics and Improves Seed Yield of Oilseed Flax in Semi-Arid Areas of the Loess Plateau. Agronomy. 13(7). 1755 DOI:10.3390/agronomy13071755

OPTIMIZATION SUPPLEMENTARY NUTRITION FOR GROWING NEW OIL FLAX VARIETIES IN ADRID CONDITIONS OF THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

O. I. Polyakov, O. V. Nikitenko, N. M. Usova, I. M. Lomeiko

Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Among the crops grown in the arid conditions of southern Ukraine, oilseed flax is the most drought-resistant, early-maturing, requires low cultivation costs and provides a yield of up to 2.0 t/ha. Optimization of the use of mineral fertilizers in combination with plant growth regulators will increase the productivity of modern high-yielding varieties. The goal of our research was to establish the optimal combination of the background of mineral

fertilizer application and growth regulator for growing new varieties of oilseed flax in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. The experiment was conducted in 2024–2025 on the experimental field of the Institute of Oilseeds of the Zaporizhia district of the Zaporizhia region. The predecessor was cereals, the main tillage was plowing to a depth of 22–25 cm, the depth of seed embedding was 3–4 cm. Sowing of oilseed flax varieties (Factor B): Zaporizhia bogatyr; Dobrodar; Linsan was carried out at a soil temperature of 4–8 °C in a row method with a seeding rate of 4.5 million similar seeds per hectare. Application of mineral fertilizers (Factor A): 1. Without fertilizers (control); 2. $N_{40}P_{60}$; 3. $N_{60}P_{60}K_{60}$. Mineral fertilizers were applied for pre-sowing cultivation. Application of growth regulators (Factor C): 1. Without application (control); 2. Chelatin Phyto (1.0 l/ha); 3. Aminostar (0.5 l/ha); 4. Planter (1.5 kg/ha); 5. Ferti Leaf (1.0 l/ha). The crops were treated with growth regulators in the "herringbone" phase. The harvest was harvested with a "Winterschteiger" combine. According to our research results тhe peculiarities of the formation of productivity of oilseed flax varieties depending on mineral fertilizers and growth regulators have been established. The highest values of the number of bolls per plant for all varieties of oil flax were obtained when grown on the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ application. The Linsan variety was the most sensitive to mineral fertilizers, and the Zaporizhia Bogatyr variety was the least sensitive. Under the influence of the use of growth regulators, the number of bolls increased by: 0.3–1.2 pcs. in the Zaporizhia Bogatyr variety; 0.2–1.2 pcs. in the Dobrodar variety; 0.1–1.2 pcs. in the Linsan variety. When growing oil flax against the background of mineral fertilizers, the number of seeds increased by: 4.2–9.1 pcs. in the Zaporizhia Bogatyr variety; 6.9–11.3 pcs. in the Dobrodar variety; 12.6–20.8 pcs. in the Linsan variety. Under the influence of growth regulators, the number of seeds on an oil flax plant increased by: 2.1–7.0 pcs. in the Zaporizhia Bogatyr variety; 1.5–7.2 pcs. in the Dobrodar variety; 0.9–7.3 pcs. in the Linsan variety. Under the influence of mineral fertilizers, the seed mass per plant increased relative to the control by: 0.04–0.09 g in the Zaporizhia Bogatyr variety; 0.06–0.08 g in the Dobrodar variety; 0.06–0.010 g in the Linsan variety. The use of growth regulators contributed to an increase in the seed mass per plant by 0.01–0.05 g in the Zaporizhia Bogatyr and Dobrodar varieties. The Linsan variety was less sensitive to the use of growth regulators. Seed mass indicators increased by 0.01–0.03 g. On average, over two years, the use of mineral fertilizers contributed to an increase in the mass of 1000 seeds of oil flax by: 0.20–0.36 g in the Zaporizhia Bogatyr variety; 0.17–0.29 g in the Dobrodar variety; 0.14–0.21 g in the Linsan variety. The Zaporizhia Bogatyr variety was the most sensitive to the application of mineral fertilizers. Under the influence of growth regulators, the mass of 1000 seeds increased by 0.01–0.04 g, depending on the nutritional background. The highest values of the mass of 1000 seeds for the varieties studied under all backgrounds of mineral fertilizer application were provided by foliar fertilization of crops with growth regulators Aminostar and Ferti Leaf. On average, over two years, the yield level of oil flax in the control (without fertilizers) was, depending on the variant of application of growth regulators: 1.02–1.15 t/ha for the Zaporizhzhiy Bogatyr variety; 0.88–1.02 t/ha for the Dobrodar variety and 0.76–0.87 t/ha for the Linsan variety. At the same time, the yield increase from growth regulators was equal to: 0.03–0.13; 0.05–0.14 and 0.03–0.11 t/ha, respectively. When growing oil flax on the background of $N_{40}P_{60}$, the yield increased to: 1.23–1.32 or by 0.17–0.21 t/ha for the Zaporizhzhiy Bogatyr variety; 1.11–1.22 or by 0.20–0.23 t/ha for the Dobrodar variety and 0.99–1.07 or by 0.20–0.23 t/ha for the Linsan variety. Spraying crops with growth regulators on this background was somewhat less effective and the increase was, respectively: 0.02–0.11; 0.03–0.11 and 0.02–0.08 t/ha. When applying fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$, the highest yield values were obtained: 1.31–1.38 t/ha for the Zaporizhzhiy Bogatyr variety; 1.16–1.24 t/ha for the

Dobrodar variety and 1.08–1.17 t/ha for the Linsan variety. The increase from mineral fertilizers under these conditions was, respectively: 0.23–0.29; 0.22–0.28 and 0.29–0.32 t/ha. The increase from growth regulators was, respectively: 0.03–0.07; 0.02–0.08 and 0.02–0.09 t/ha. The most sensitive to the application of mineral fertilizers was the Linsan variety of oil flax. Spraying crops with the Aminostar growth regulator was the most effective under all mineral nutrition backgrounds and all oil flax varieties studied. The highest yield of oil flax varieties Zaporizhzhya Bogatyr – 1.38 t/ha, Dobrodar – 1.24 t/ha and Linsan – 1.17 t/ha was obtained against the background of the application of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ with spraying of crops with the growth regulator Aminostar in the "herringbone" phase.

Key words: oil flax, variety, mineral fertilizer, plant growth regulator, productivity element, yield.