

## ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗА ДІЇ МАКРО- ТА МІКРОДОБРІВ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**В. В. ГАМАЮНОВА<sup>1</sup>**, доктор сільськогосподарських наук

**О. В. СИДЯКІНА<sup>2</sup>**, кандидат сільськогосподарських наук

**Р. В. ЗАДИРКО<sup>1</sup>**, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктора філософії)

<sup>1</sup> Миколаївський національний аграрний університет

<sup>2</sup> Херсонський державний аграрно-економічний університет

*У статті наведено результати досліджень з визначення впливу передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення рослин на засадах ресурсозаощадження на вміст жиру в насінні та умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного. Встановлено, що найбільший вміст жиру та максимальний вихід олії забезпечує комплексне поєднання обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс, внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{15}P_{15}K_{15}$  та проведення позакореневого підживлення посівів у фазу ялинки мікродобривом Баст Комплекс, органо-мінеральним добривом Органік Д-2М або Бором.*

**Ключові слова:** льон олійний, лляна олія, передпосівна обробка насіння, мінеральні добрива, мікродобрива, вміст жиру в насінні, умовний вихід олії, кореляційний зв'язок.

**Вступ.** Важливою складовою агропромислового комплексу є виробництво та переробка олійних культур, які є джерелом рослинних олій та широко використовуються в різних галузях промисловості, зокрема, в харчовій, фармацевтичній та косметичній. Українське виробництво олійних культур, головним чином, визначається експортною орієнтацією. Експорт олійної продукції забезпечує прибутковість вітчизняних виробників, дозволяє посилити власні позиції на міжнародному ринку аграрної продукції, що сприяє економічному зростанню України, створює нові можливості для аграрного підприємництва та стимулює розвиток аграрного сектору. Значний експортний потенціал визначають досить високі закупівельні ціни на насіння льону олійного, незважаючи на їх можливі різкі коливання за маркетинговими роками. Прибутковість виробництва льону олійного знаходиться на майже однаковому рівні із соняшником, що привертає все більшу увагу українських аграріїв, особливо зважаючи ще й на високу посухостійкість цієї олійної культури, що є принциповим аспектом в умовах глобальних змін клімату у напрямку збільшення посушливості [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основним показником якості насіння льону олійного є вміст у ньому жиру, біосинтез якого відбувається на завершальних етапах органогенезу. Лляна олія характеризується корисними для здоров'я людини властивостями та відіграє важливе значення у профілактиці ішемічної хвороби серця, деяких видів онкологічних захворювань, неврологічних і гормональних розладів. За дослідженнями Tripathi V. та ін. [2], насіння льону олійного містить 40 % жиру, 30 % харчових волокон, 20 % білка, 4 % золи, 6 % вологи та є найбагатшим джерелом омега-3-жирних кислот. За повідомленням Dixit S. та Rehman A. [3], за оптимальних умов насіння льону може містити від 33 до 47 % жиру. Nykter M. та ін. [4] зазначають, що насіння льону, вирощене на півночі Фінляндії, має сприятливий жирнокислотний склад з високим вмістом ліноленової кислоти та омега-3-жирних кислот, що робить лляну олію цінною сировиною для харчових і лікувальних потреб.

За результатами досліджень 60 сортів льону олійного в умовах Ефіопії було встановлено, що основними компонентами лляної олії є ненасичені жирні кислоти, а частка насичених жирних кислот є зовсім незначною. Ненасичені жирні кислоти представлені в основному олеїною, лінолевою та ліноленовою кислотами [5]. За повідомленням Tripathi V. та ін. [2], вміст альфа-ліноленової жирної кислоти в насінні льону олійного складає 55 % від загальної кількості жирних кислот. Nykter M. та ін. [4] зазначають, що склад жирних кислот, особливо ненасичених жирних кислот, у насінні льону олійного значною мірою залежить від сортових особливостей культури. Це підтверджується і результатами досліджень, проведених в умовах Західного Лісостепу України [6], коли за однакових ґрунтових і погодних умов різні сорти льону олійного характеризувались різним вмістом жиру в насінні. Так, наприклад, олійність сорту Водограй становила 42,98 %, Запорізький богатир – 43,36 %, Південна ніч – 39,37 %, Блакитно-помаранчевий – 44,03 %, Аквамарин – 42,74 %.

За результатами досліджень Дрозд І. Ф. та ін. [7, 8] було встановлено, що вміст жиру та жирнокислотний склад насіння льону олійного значною мірою залежать від погодних умов вегетаційного періоду. Також визначено, що збільшення концентрації ліноленової кислоти обумовлює зниження вмісту олеїнової та лінолевої кислот. Сябрук Т. А. та Коновалова В. М. [9] зазначають, що на вміст жиру в насінні льону олійного впливає застосування в технології вирощування культури мікробіологічних препаратів. Так, за проведення передпосівної обробки насіння та посівів упродовж вегетації препаратом Азофосфорин олійність насіння становила 43,0 %, а умовний вихід олії з гектару посівів 297 кг/га. Використання мікробіологічного препарату Біогель сприяло формуванню дещо нижчого показника олійності – 42,5 %, проте за рахунок більш високої сформованої врожайності умовний вихід олії з гектару посівів виявився більшим, ніж за використання Азофосфору – 428 кг/га.

Дослідженнями Філіп'єва І. Д. та Біднини І. О. [10, 11] встановлено, що вміст жиру в насінні льону олійного значно залежав від створеного фону мінерального живлення рослин. Отже, дослідження впливу макро- та

мікродобрив на вміст жиру в насінні та умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного є актуальним завданням наукового пошуку.

**Метою** досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння мікродобривом та ресурсоощадного живлення на накопичення жиру в насінні та умовний вихід олії з гектару посівів середньостиглого сорту льону олійного Надійний.

**Методика досліджень.** Польові досліди проводили на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ впродовж 2021–2023 рр. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом південним малогумусним із середньою забезпеченістю рухомими формами азоту, фосфору та калію. Льон олійний вирощували після пшениці озимої. Агротехніка вирощування, за виключенням досліджуваних факторів, була загальновизнаною для умов Південного Степу України. Під час проведення досліджень користувались загальноприйнятими методиками [12–14].

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<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub>; 3. Баст Комплекс (1,5 л/га); 4. N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> + Баст Комплекс (1,5 л/га); 5. Органік Д-2М (2 л/га); 6. N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> + Органік Д-2М (2 л/га); 7. Бор (1 л/га); 8. N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> + Бор (1 л/га). Для внесення повної норми мінерального добрива використовували нітроамофоску. Позакореневі підживлення посівів відповідно до схеми досліду проводили у фазу ялинки.

Вміст жиру в насінні визначали шляхом екстракції за допомогою апарату Сокслета. Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel та програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнту кореляції аналізували за шкалою Чеддока [15].

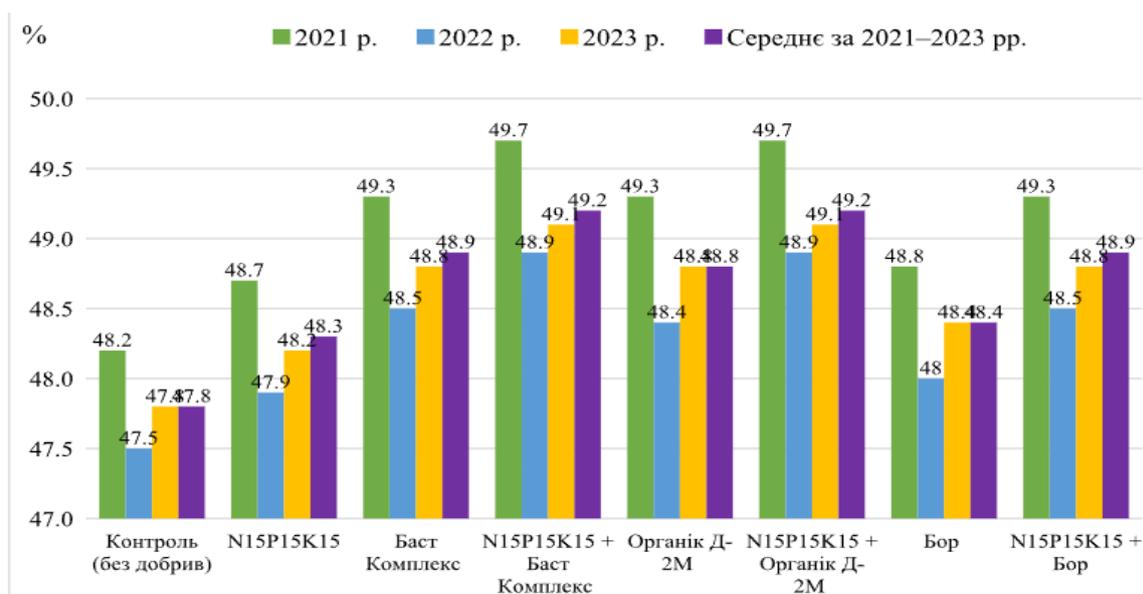
**Результати досліджень.** Мінімальну олійність насіння у досліді одержали у контрольному варіанті без внесення добрив – 47,8 % у середньому за роки досліджень (табл. 1). Оптимізація фону живлення рослин сприяла збільшенню вмісту жиру в насінні льону олійного на 0,3–1,4 % у варіантах з обробкою насіння водою та на 0,4–1,6 % у варіантах з обробкою насіння мікродобривом Баст Комплекс. Максимальну олійність насіння в усі роки досліджень забезпечили варіанти сумісного внесення макро- та мікродобрив: N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> + Баст Комплекс, N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> + Органік Д-2М, N<sub>15</sub>P<sub>15</sub>K<sub>15</sub> + Бор, що наочно демонструє рис. 1.

Передпосівна обробка насіння мікродобривом Баст Комплекс позначилась на олійності насіння льону олійного дещо меншою мірою. Різниця між варіантами досліду за фактором А не перевищувала 0,4 %. Проте в усіх удобрених варіантах досліду спостерігали збільшення вмісту жиру в насінні за проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс. У середньому за фактором В це збільшення становило 0,2 % (рис. 2).

Одержані результати досліджень засвідчують, що олійність насіння льону олійного залежала від умов зволоження року вирощування культури.

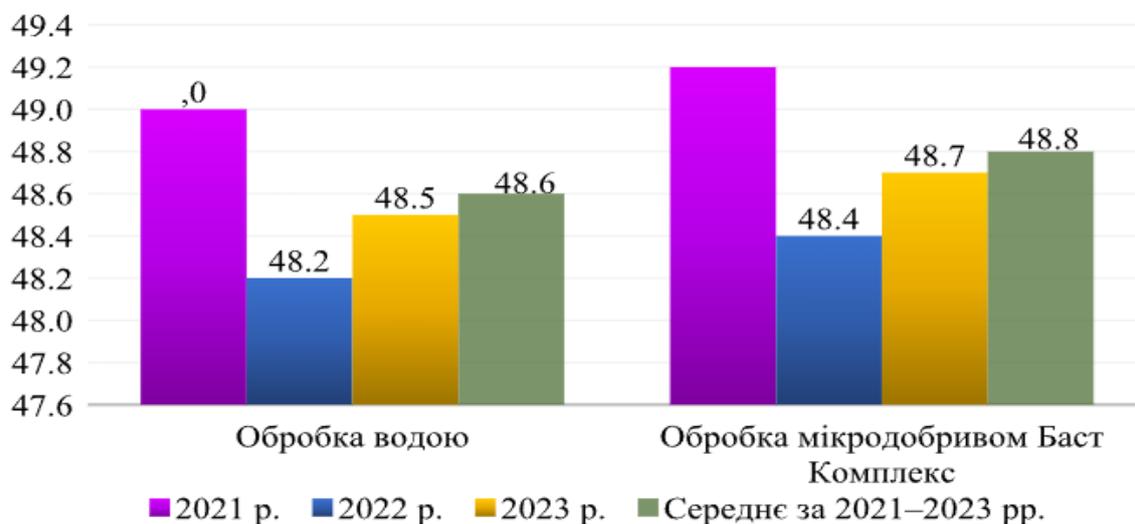
**Табл. 1. Вплив макро- та мікродобрив на вміст жиру в насінні льону олійного, 2021–2023 рр., %**

Фон живлення (фактор В)		Передпосівна обробка насіння (фактор А)							
		обробка водою				обробка мікродобривом Баст Комплекс			
		2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє
Контроль (без добрив)		48,1	47,5	47,8	47,8	48,2	47,5	47,8	47,8
N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>		48,6	47,8	48,1	48,2	48,8	47,9	48,2	48,3
Баст Комплекс		49,3	48,4	48,7	48,8	49,3	48,5	48,8	48,9
N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Баст Комплекс		49,5	48,7	48,9	49,0	49,8	49,0	49,2	49,3
Органік Д-2М		49,2	48,3	48,7	48,7	49,4	48,5	48,9	48,9
N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Органік Д-2М		49,5	48,7	48,9	49,0	49,8	49,0	49,2	49,3
Бор		48,6	47,9	48,3	48,3	48,9	48,0	48,4	48,4
N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Бор		49,1	48,4	48,7	48,7	49,5	48,6	48,9	49,0
НІР <sub>05</sub>	2021 р.	за фактором А – 0,09; за фактором В – 0,28; за взаємодією факторів АВ – 0,39							
	2022 р.	за фактором А – 0,06; за фактором В – 0,22; за взаємодією факторів АВ – 0,32							
	2023 р.	за фактором А – 0,08; за фактором В – 0,25; за взаємодією факторів АВ – 0,36							



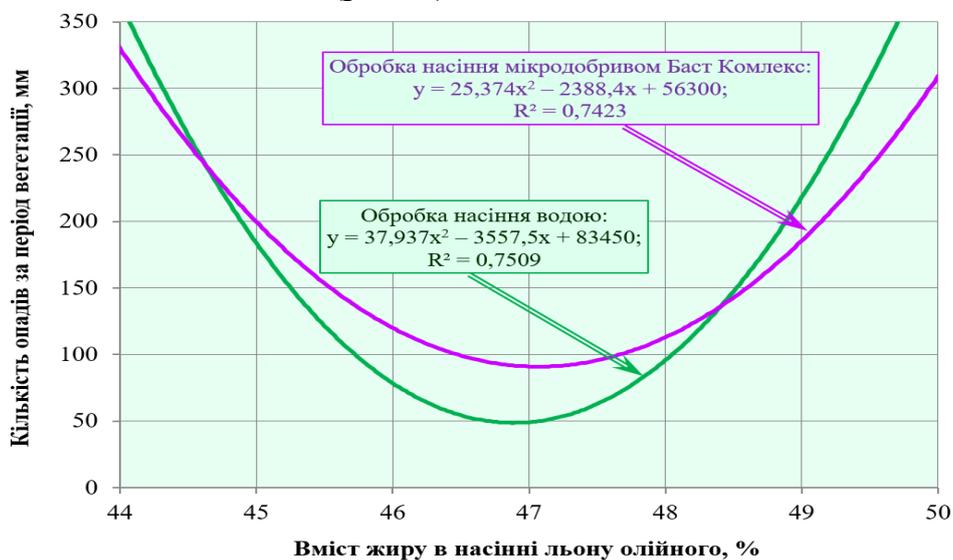
**Рис. 1. Вміст жиру в насінні льону олійного в середньому за фактором А, %**

Так, найбільші її значення, незалежно від варіанту дослідження, визначено у більш вологому 2021 р., а найнижчі – у посушливому 2022 р.



**Рис. 2. Вміст жиру в насінні льону олійного в середньому за фактором В, %**

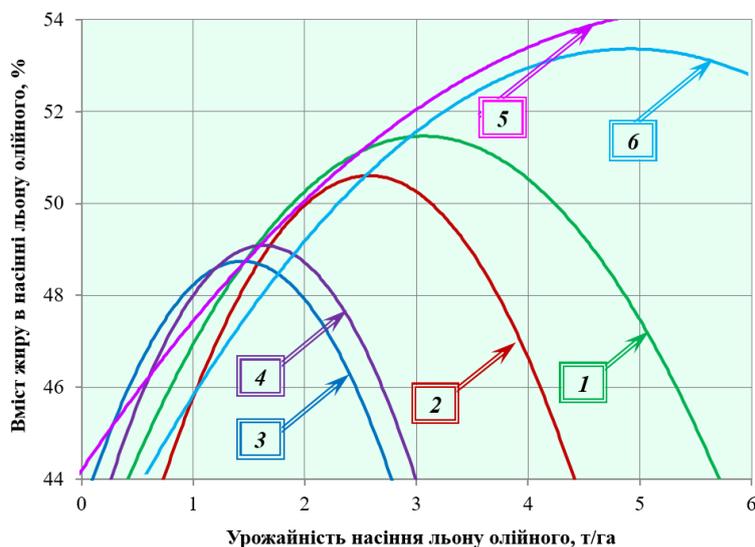
Розрахунок кореляційно-регресійної залежності між вмістом жиру в насінні льону олійного та кількістю опадів за період вегетації показав помітну силу зв'язку між даними показниками:  $R^2 = 0,7509$  для варіантів з обробкою насіння водою та  $R^2 = 0,7423$  для варіантів передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс (рис. 3).



**Рис. 3. Кореляційно-регресійна залежність між вмістом жиру в насінні льону олійного та кількістю опадів за період вегетації**

Максимальний вміст жиру в насінні льону олійного у досліді забезпечило комплексне застосування передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс, макро- та мікродобрив – 49,0–49,3 % у середньому за три роки досліджень, що на 1,2–1,5 % більше, ніж в абсолютному контролі без внесення добрив та з обробкою насіння водою.

Побудовані кореляційно-регресійні залежності між урожайністю та вмістом жиру в насінні льону олійного засвідчили високий і дуже високий ступінь зв'язку між даними показниками. При цьому дуже високий ступінь зв'язку притаманний варіантам досліду з проведенням передпосівної обробки насіння мікродобрином Баст Комплекс у сприятливих за умовами зволоження 2021 і 2023 роках (рис. 4).



**Рис. 4. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю та вмістом жиру в насінні льону олійного:**

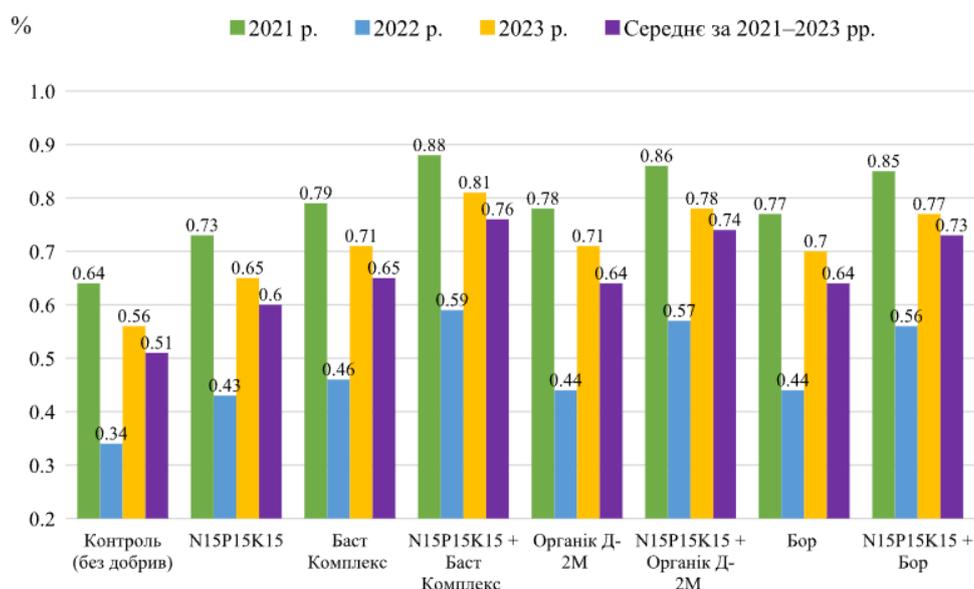
- 1 – обробка насіння водою (2021 р.):  $y = -1,0642x^2 + 6,5198x + 41,48$ ;  $R^2 = 0,8394$ ;
- 2 – обробка насіння мікродобрином Баст Комплекс (2021 р.):  $y = -1,9502x^2 + 9,7031x + 38,555$ ;  $R^2 = 0,9237$ ;
- 3 – обробка насіння водою (2022 р.):  $y = -2,6497x^2 + 7,3315x + 43,706$ ;  $R^2 = 0,8357$ ;
- 4 – обробка насіння мікродобрином Баст Комплекс (2022 р.):  $y = -2,7224x^2 + 8,176x + 42,964$ ;  $R^2 = 0,8397$ ;
- 5 – обробка насіння водою (2023 р.):  $y = -0,3159x^2 + 3,5724x + 44,162$ ;  $R^2 = 0,8945$ ;
- 6 – обробка насіння мікродобрином Баст Комплекс (2023 р.):  $y = -0,4152x^2 + 4,0225x + 43,527$ ;  $R^2 = 0,9030$ .

Мінімальний умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного визначено у контрольних неудобренних ділянках досліду – 0,49–0,53 т/га у середньому за роки досліджень (табл. 2). Оптимізація фону живлення збільшила даний показник на 0,09–0,23 т/га або 18,4–46,9% у варіантах з обробкою насіння водою та на 0,09–0,26 т/га або 17,0–49,1% у варіантах з проведенням передпосівної обробки насіння мікродобрином Баст Комплекс.

Найбільший умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного за фактором В забезпечили варіанти досліду  $N_{15}P_{15}K_{15}$  + Баст Комплекс,  $N_{15}P_{15}K_{15}$  + Органік Д-2М та  $N_{15}P_{15}K_{15}$  + Бор – 0,70–0,72 т/га за обробки насіння водою та 0,76–0,79 т/га за проведення передпосівної обробки насіння мікродобрином Баст Комплекс. Перевагу зазначених варіантів досліду демонструють усереднені за фактором А показники (рис. 5).

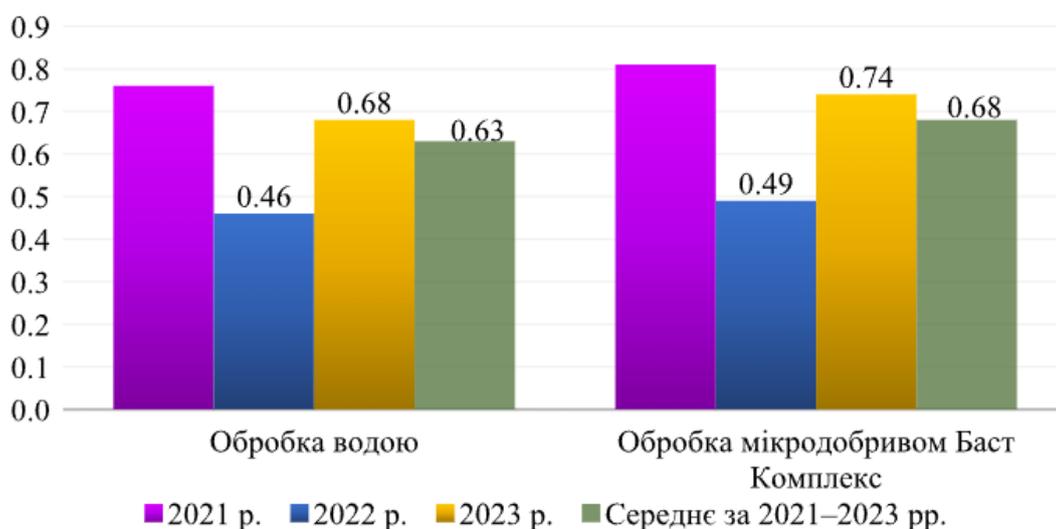
**Табл. 2. Умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного за впливу макро- та мікродобрив, 2021–2023 рр., т/га**

Фон живлення (фактор В)	Передпосівна обробка насіння (фактор А)							
	обробка водою				обробка мікродобривом Баст Комплекс			
	2021	2022	2023	середнє	2021	2022	2023	середнє
Контроль (без добрив)	0,62	0,32	0,54	0,49	0,66	0,35	0,57	0,53
N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0,70	0,41	0,63	0,58	0,75	0,44	0,67	0,62
Баст Комплекс	0,77	0,44	0,68	0,63	0,81	0,47	0,74	0,67
N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Баст Комплекс	0,84	0,57	0,75	0,72	0,91	0,61	0,86	0,79
Органік Д-2М	0,75	0,43	0,67	0,62	0,80	0,45	0,74	0,66
N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Органік Д-2М	0,82	0,55	0,73	0,70	0,89	0,59	0,83	0,77
Бор	0,74	0,42	0,67	0,61	0,79	0,45	0,72	0,65
N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub> + Бор	0,81	0,54	0,74	0,70	0,89	0,58	0,80	0,76



**Рис. 5. Умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного в середньому за фактором А, т/га**

Використання мікродобрива Баст Комплекс для проведення передпосівної обробки насіння позитивно вплинуло на умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного (рис. 6). Збільшення показника відносно варіантів досліду з обробкою насіння водою становило у середньому за три роки досліджень 0,05 т/га або 7,9 %.



**Рис. 6. Умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного в середньому за фактором В, %**

Сумісне поєднання агротехнічних заходів, тобто передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс, внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{15}P_{15}K_{15}$  з проведенням позакоренових підживлень мікродобривом Баст Комплекс, органо-мінеральним добривом Органік Д-2М або мікроелементом Бор, забезпечило максимальні у досліді значення умовного виходу олії з гектару посівів льону олійного – у середньому за три роки досліджень 0,76–0,79 т/га порівняно з абсолютним контролем (обробка насіння водою, без внесення добрив) – 0,49 т/га.

Таким чином, досліджувані фактори позитивно позначились на вмісті жиру в насінні та умовному виході олії з гектару посівів льону олійного з максимальними значеннями даних показників за комплексного поєднання передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс, основного внесення мінеральних добрив у нормі  $N_{15}P_{15}K_{15}$  та проведення позакоренових підживлень мікродобривом Баст Комплекс, органо-мінеральним добривом Органік Д-2М або мікроелементом Бор.

**Висновки.** Оптимізація фону живлення рослин сприяла збільшенню вмісту жиру в насінні льону олійного на 0,3–1,6%. Різниця між варіантами досліді за фактором А не перевищувала 0,4 %, проте в усіх удобрених варіантах досліді спостерігали збільшення вмісту жиру в насінні за проведення обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс. Максимальний вміст жиру в насінні льону олійного забезпечило сукупне застосування обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс, макро- та мікродобрив – 49,0–49,3 %, що на 1,2–1,5 % більше, ніж без внесення добрив та з обробкою насіння водою.

Олійність насіння льону олійного залежала від умов зволоження року вирощування культури. Розрахунок кореляційно-регресійної залежності між вмістом жиру в насінні льону олійного та кількістю опадів за період вегетації показав помітну силу зв'язку між даними показниками:  $R^2 = 0,7509–0,7423$ .

Побудовані кореляційно-регресійні залежності між урожайністю та вмістом жиру в насінні льону олійного засвідчили високий і дуже високий

ступінь зв'язку між даними показниками:  $R^2 = 0,8357-0,9237$ . Найбільший умовний вихід олії з гектару посівів льону олійного за фактором В забезпечили варіанти досліду  $N_{15}P_{15}K_{15} + \text{Баст Комплекс}$ ,  $N_{15}P_{15}K_{15} + \text{Органік Д-2М}$  та  $N_{15}P_{15}K_{15} + \text{Бор}$  – 0,70–0,72 т/га за обробки насіння водою та 0,76–0,79 т/га за проведення передпосівної обробки насіння мікродобривом Баст Комплекс.

### Література:

1. Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В., Задирко Р. В. Позиції України щодо виробництва та експорту льону олійного. Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України: збірник матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених з нагоди Дня науки в Україні. Одеса: Олді+, 2024. С. 48–50.
2. Tripathi V., Abid, A. B., Marker S., Bilal S. Linseed and linseed oil: health benefits – a review. *Int J Pharm Biol Sci*. 2013. Vol. 3. № 3. P. 434–442.
3. Dixit S., Rehman A. Linseed oil as a potential resource for bio-diesel: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012. Vol. 16. № 7. P. 4415–4421. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.042>.
4. Nykter M., Kymäläinen H. R., Gates F. Quality characteristics of edible linseed oil. *Agricultural and food science*. 2006. Vol. 15. № 4. P. 402–413. <https://doi.org/10.2137/145960606780061443>.
5. Wakjira A., Labuschagne M. T., Hugo A. Variability in oil content and fatty acid composition of Ethiopian and introduced cultivars of linseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2004. Vol. 84. № 6. P. 601–607. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1698>.
6. Дзюбайло А. Г., Шувар А. М., Рудавська Н. М., Дорота Г. М., Тимків М. Ю. Оцінка сортів льону олійного за продуктивністю в зоні Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68(2). С. 53–66. [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-2-4](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-2-4).
7. Дрозд І. Ф. Жирнокислотний склад насіння льону олійного в умовах Західного регіону України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. Вип. 40. С. 72–76.
8. Дрозд І. Ф., Шпек М. П., Лях В. О. Олійність насіння сортів льону в різних умовах вирощування. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2010. Вип. 15. С. 45–48.
9. Сябрук Т. А., Коновалова В. М. Залежність показників олійності в насінні льону олійного за умов внесення мікробіологічних препаратів. Сучасна наука: стан та перспективи розвитку: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених з нагоди Дня науки. Херсон, 2021. С. 79–81.
10. Філіп'єв І. Д., Біднина І. О. Вміст олії в насінні льону олійного залежно від погодних умов та фону живлення на півдні України. *Зрошуване землеробство: зб. наукових праць*. 2008. С. 105–109.
11. Біднина І. О. Вміст олії в насінні льону олійного залежно від удобрення в неполивних умовах Степу. Матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів з інноваційного розвитку систем землеробства та агротехнологій в Україні. Чабани, 2007. С. 90–91.
12. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.

13. 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.

14. 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.

15. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

### References:

1. Gamayunova, V. V., Sydiakina, O. V., Zadyrko, R. V. (2024). Positions of Ukraine regarding the production and export of linseed oil. Scientific basis of implementation of the principles of climate-oriented agriculture in the agricultural sphere of Ukraine: a collection of materials of the International science and practice conf. young scientists on the occasion of Science Day in Ukraine. Odesa: Oldi+. Pp. 48–50. [in Ukrainian].

2. Tripathi, V., Abid, A. B., Marker, S., Bilal, S. (2013). Linseed and linseed oil: health benefits – a review. *Int J Pharm Biol Sci*, no. 3, pp. 434–442.

3. Dixit, S., Rehman, A. (2012). Linseed oil as a potential resource for biodiesel: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 7, pp. 4415–4421. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.04.042>.

4. Nykter, M., Kymäläinen, H. R., Gates, F. (2006). Quality characteristics of edible linseed oil. *Agricultural and food science*, vol. 15. no. 4, pp. 402–413. <https://doi.org/10.2137/145960606780061443>.

5. Wakjira, A., Labuschagne, M. T., Hugo, A. (2004). Variability in oil content and fatty acid composition of Ethiopian and introduced cultivars of linseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 84, no. 6, pp. 601–607. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1698>.

6. Dzyubaylo, A. G., Shuvar, A. M., Rudavska, N. M., Dorota, G. M., Tymkiv, M. Yu. (2020). Assessment of oilseed flax varieties by productivity in the Western Forest Steppe zone. Foothill and mountain agriculture and animal husbandry, no. 68(2), pp. 53–66. [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-2-4](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-2-4). [in Ukrainian].

7. Drozd, I. F. (2011). Fatty acid composition of linseed oil in the conditions of the Western region of Ukraine. *Bulletin of the Institute of Grain Management*, no. 40, pp. 72–76. [in Ukrainian].

8. Drozd, I. F., Shpek, M. P., Lyakh, V. O. (2010). Oiliness of seeds of flax varieties under different growing conditions. *Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences*, no. 15, pp. 45–48. ([in Ukrainian].

9. Syabruk, T. A., Konovalova, V. M. (2021). Dependence of oiliness indicators in oil flax seeds under the conditions of application of microbiological preparations. Modern science: state and prospects of development: materials of the III All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists on the occasion of Science Day. Kherson. Pp. 79–81. [in Ukrainian].

10. Filip'ev, I. D., Bidnina, I. O. (2008). Oil content in oleaginous flax seeds depending on weather conditions and nutritional background in the south of Ukraine. *Irrigated agriculture: coll. scientific papers*, pp. 105–109. [in Ukrainian].
11. Bydnina, I. O. (2007). The content of oil in the seeds of linseed depending on the fertilizer in non-irrigated conditions of the Steppe. Scientific and practical materials. conf. of young scientists and specialists in the innovative development of farming systems and agricultural technologies in Ukraine. Chabany. Pp. 90–91. [in Ukrainian].
12. Didora, V. G., Smaglii, O. F., Ehrmantraut, E. R. (2013). Methodology of scientific research in agronomy: study guide. K.: Center for Educational Literature, 2013. 264 p. [in Ukrainian].
13. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., Kryshchop, E. A. (2016). Research case in agronomy: study guide: in 2 books. Book 1. Theoretical aspects of the research case / edited by Rozhkova A. O. Kharkiv. 316 p. [in Ukrainian].
14. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., Kryshchop, E. A. (2016). Research case in agronomy: study guide: in 2 books. Book 2. Statistical processing of the results of agronomic studies / edited by Rozhkova A. O. Kharkiv. 342 p. [in Ukrainian].
15. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., Kokovikhin, S. V. (2008). Variance and correlation analysis in agriculture and crop production: a study guide. Kherson: Ailant. 272 p. [in Ukrainian].

### **Annotation**

***Gamajunova V. V., Sydiakina O. V., Zadyrko R. V.***

***Formation of Oil Seed Quality Indicators Under the Effects of Macro and Microfertilizers in Southern Conditions Steppe of Ukraine***

*The purpose of the article is to study the influence of pre-sowing seed treatment and optimization of nutrition background on the fat content in oil flax seeds and the conditional oil yield per hectare of the medium-ripening variety Nadiynny.*

***Methods.*** Field, laboratory, calculation, statistical analysis.

***The results.*** The results showed that improving the agro-nutrition increased the fat content in oil flax seeds by 0.3–1.6 %. Pre-sowing seed treatment with microfertilizer Bast Complex also increased the fat content, although the difference between treatments did not exceed 0.4 %. The maximum oil content was achieved through a combination of pre-sowing seed treatment with microfertilizer Bast Complex, application of mineral fertilizers at the rate of  $N_{15}P_{15}K_{15}$ , and foliar feeding with microfertilizer Bast Complex, organo-mineral fertilizer Organic D-2M, or micronutrient Boron, resulting in a 49.0–49.3 % increase in oil yield per hectare compared to the control without fertilizer application and with seed treatment with water.

*The moisture availability during the growing season significantly influenced the fat content in oil flax seeds, with an evident correlation between the two indicators.:  $R = 0,7509–0,7423$ . The correlation-regression dependencies between yield and fat content in oil flax seeds showed a high degree of correlation between the two indicators:  $R^2 = 0,8357–0,9237$ . The maximum conditional oil yield per hectare of oil flax crops was achieved through the  $N_{15}P_{15}K_{15} +$  Bast Complex,  $N_{15}P_{15}K_{15} +$  Organic D-2M, and  $N_{15}P_{15}K_{15} +$  Boron treatments, resulting in 0.70–0.72 t/ha and*

0.76–0.79 t/ha yields for seed treatment with water and pre-sowing seed treatment with microfertilizer Bast Complex, respectively.

**Conclusions.** For oil flax cultivation in the Southern Steppe of Ukraine on chernozem soil, it is recommended to use pre-sowing seed treatment with microfertilizer Bast Complex, application of mineral fertilizers at the rate of  $N_{15}P_{15}K_{15}$  during pre-sowing cultivation, and foliar feeding with microfertilizer Bast Complex, organo-mineral fertilizer Organic D-2M, or micronutrient Boron during the tree phase.

**Key words:** oil flax, pre-sowing seed treatment, mineral fertilizers, microfertilizers, fat content in seeds, conditional oil yield, correlation relationship.