

ВОДОСПОЖИВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

ЗАЄЦЬ С.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0001-7853-7922

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

МЕЛЬНИК М.А. – аспірант
orcid.org/0000-0002-0212-9903

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ЮЗЮК С.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-8761-642X

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ОНУФРАН Л.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-6247-4920

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Вирощування льону олійного (*Linum usitatissimum* L.) в сівозміні є альтернативою соняшнику, що дозволяє зменшити витрати на виробництво сільськогосподарської продукції, покращити стан росту та розвитку рослин, а також збільшити урожайність та продуктивність полів [1, 2]. Особливо важливо льон олійний вирощувати для виробництва органічної продукції на харчові цілі, оскільки він є цінним джерелом незамінних жирних кислот, клітковини та вітамінів, тому вживають його як у вигляді цільного насіння, так і у формі лляної олії холодного віджиму [3]. Його додають у каші, салати, смузі, випічку, а також використовують для приготування соусів та заправок. Льон олійний нормалізує роботу шлунково-кишкового тракту, сприяє зниженню рівня холестерину та артеріального тиску, а також має протизапальні властивості [4, 5].

Проте виробництво насіння льону олійного щороку не є стабільним. Здебільшого це пов'язано з підвищенням посушливості клімату [6, 7]. Під впливом глобального потепління та збільшення частоти посушливих періодів природний водний режим ґрунтів дедалі менше задовольняє потреби рослин сільськогосподарських культур [8, 9].

Тому актуальним є дослідження зі встановлення раціонального рівня вологозабезпечення льону олійного, так як воно істотно варіює залежно від погодних умов, зокрема температурного режиму та кількості атмосферних опадів. Хоча льон олійний має певну толерантність до дефіциту вологи, він потребує достатнього забезпечення ґрунтовою вологою для повноцінного росту та розвитку [10, 11]. Найбільш критичними періодами зволоження є фази проростання насіння, інтенсивного росту стебла та бутонізації, під час яких спостерігається підвищене споживання води і азоту [12]. Недостатнє зволоження ґрунту в ці фази, особливо в посушливі роки, істотно знижує біологічну продуктивність культури та врожайність.

Отже, дослідження з визначення водоспоживання різних сортів льону олійного та мікробіологічних препаратів для живлення та захисту рослин в умовах органічного землеробства Південного Степу України є досить актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливим питанням вологозабезпечення льону олійного є сумарне водоспоживання, що визначає кількість вологи потрібну рослинам при витрачанні на транспірацію і випаровування з поверхні ґрунту.

Аналіз складових водного балансу ґрунту під посівами льону олійного в Південному Степу України свідчить, що він сильно залежить від агрометеорологічних умов року та ґрунтової вологи. Так, в одних опублікованих статтях стверджується, що на незрошуваних ділянках більша частка в сумарному водоспоживанні належать опадам (52,5 %) [13], а в інших – ґрунтовым запасам вологи (56,7–61,9 %) [14] і 58,5–59,37 % [15]. За даними Зелінського Ю.А. [16] в посушливому 2024 році на опади припадало 38,1 % у балансі водоспоживання, а решту 61,9 % забезпечували запаси ґрунтової вологи. Тоді як в інші роки досліджень навпаки – більшу частку в сумарному водоспоживанні займали опади.

У деяких наукових працях стверджується, що мікробіологічні препарати позитивно впливають на водоспоживання рослин льону олійного, покращуючи його стійкість до посухи, стимулюючи розвиток кореневої системи та покращуючи структуру ґрунту. Це сприяє ефективнішому засвоєнню вологи з ґрунту та зменшенню потреби рослини у воді, що є важливим для зниження стресу та збереження врожайності в умовах нестачі вологи [17]. Використання біологічних препаратів сприяє зменшенню коефіцієнта водоспоживання на всіх фонах мінерального живлення і систем основного обробітку ґрунту, що вказує на економні витрати води на формування одиниці врожаю насіння льону олійного [18, 19].

Хоча існуючі дослідження виявляють позитивний вплив мікробіологічних препаратів на продуктивність,

олійність та стресостійкість льону олійного, але даних щодо прямого їхнього ефекту на водоспоживання, або водний баланс рослин льону олійного є обмеженими. Особливо дефіцитні дослідження в умовах органічного виробництва, де не застосовуються мінеральні добрива чи пестициди, і де системи управління вологою можуть відрізнятися.

Метою статті є узагальнення трирічних експериментальних досліджень з впливу мікробіологічних препаратів на водний баланс рослин сортів льону олійного в сівозміні органічного землеробства Південного Степу України.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводились згідно загальноновизнаних методів та рекомендацій [20, 21] упродовж 2023–2025 рр. в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН з виробництва органічної продукції. Попередник льону олійного – пшениця тверда озима. За винятком досліджуваних факторів усі інші елементи агротехніки вирощування культури були загальноприйнятими для органічного землеробства зони півдня України. Висівали насіння сортів 'Орфей' і 'Живинка' (харчового напрямлення) в 2023 р. 30 березня, а в 2024 і 2025 рр. – 4 і 1 квітня за допомогою селекційної сівалки точного висіву «Клен-1,5» з шириною міжряддя 15 см на глибину 3–5 см. Норма висіву становила 5 млн шт./га.

Перед сівбою насіння та в період вегетації рослини обробляли мікробними препаратами згідно схеми досліду (табл. 1).

Використовували різні штами бульбачкових й ендоефітних бактерій із колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України: *Bacillus* sp.4; Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ac-5025); Аверком[®] (*Streptomyces avermitilis* IMB Ac-5015+хітоза); Екофосфорин (*Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*), а також біологічні препарати Інженерно технологічного інституту «Біотехніка»: Біоспектр БТ (ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, БАР: кислоти із роду феназин-карбонових, комплекс активних пігментів, які є діючими факторами в препараті) і Метаризин БТ (конідії гриба із роду *Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³).

У досліді також включено рекомендовану технологію вирощування льону олійного з використанням хімічних препаратів (варіант 1): Супервін, к. с. – протруювач фунгіцидний, діюча речовина: *тіабендазол*, 45 г/л + *флутриафол*, 30 г/л; Агностар, р.к. – гербіцид, діюча речовина *МЦПА у формі аміної солі*, 500 г/л; Аякс, КС – фунгіцид, діюча речовина: *тіофанат-метил* 310 г/л + *епоксиконазол* 120 г/л + *тебуконазол* 70 г/л; Борей, КС – інсектицид, діюча речовина *імідаклопрід* 150 г/л + *лямбда-цигалотрин* 50 г/л.

Посіви обприскували за допомогою ручного обприскувача Forte CL-16A. Досліди закладені в триразовій повторності, розміщення ділянок систематичне. Площа ділянок 30 м², облікова – 25 м².

Сумарне водоспоживання льону олійного (*Linum usitatissimum* L.) визначали методом водного балансу

протягом усього вегетаційного періоду – від появи сходів до збирання урожаю за спрощеною формулою (1):

$$\Sigma E = M + O + (W_n - W_y) \quad (1)$$

де ΣE – сумарне водоспоживання, мм;

M – зрошувальна норма, мм;

O – корисні опади (5 мм і більше), мм;

W_n – запас вологи у метровому шарі ґрунту на час сівби, мм;

W_y – запас вологи у метровому шарі ґрунту на час збирання, мм.

Ефективність використання вологи оцінювали за розрахунком коефіцієнта водоспоживання рослин, який встановлювали за формулою (2)

$$KB = \Sigma E / Y \quad (2)$$

де KB – коефіцієнт водоспоживання, м³/т;

ΣE – сумарне водоспоживання, м³/га;

Y – урожайність насіння, т/га.

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що сумарне водоспоживання льону олійного залежало від умов зволоження року. Максимальним 2722 м³/га у сорту 'Орфей' і 2567 м³/га у сорту 'Живинка' його визначено в 2024 р., а мінімальним – у 2023 р., відповідно 2034 і 2046 м³/га (табл. 2).

Така відмінність пояснюється кількістю корисних опадів, що випали впродовж вегетаційного періоду. Якщо у 2024 р. їх випало 1223 м³/га, то у 2023 р. – 902 м³/га, що менше на 321 м³/га або в 1,4 рази. Проте в усі роки досліджень частка корисних опадів у сумарному водоспоживанні льону олійного сортів 'Орфей' і 'Живинка' була меншою та становила 43,0–44,9 та 42,2–47,7 % відповідно, а в середньому за три роки – 44,2 і 44,8 %. Більшу частку в сумарному водоспоживанні займала ґрунтова волога, на яку в середньому припадало 55,2–55,8 %. Результати наших досліджень підтверджують висновок який зробив Рудік О.Л. [15], що в неполивних умовах півдня України в сумарному водоспоживанні льону олійного більша частка належить ґрунтовій волозі – 58,5–59,4 %.

У середньому за 2023–2025 рр. з шару ґрунту 1 м сумарне водоспоживання льону олійного сорту 'Орфей' становило від 2260 до 2338 м³/га, а 'Живинки' – від 2252 до 2317 м³/га (табл. 3).

Тобто сумарне водоспоживання сортів льону олійного дещо різнилось. Так, сорт 'Орфей' за обробки мікробіологічними препаратами для формування насіння потребував в середньому на 37 м³/га, за обробки водою – на 18 м³/га та обробки хімічними препаратами – на 21 м³/га більше води, ніж сорт 'Живинка', що зумовлено їхніми сортовими особливостями.

Максимальне сумарне водоспоживання обох сортів визначено за традиційної технології вирощування льону олійного з використанням хімічних засобів захисту рослин і мінеральних добрив, де воно склало 2338 і 2317 м³/га, що на 78 і 75 м³/га більше, ніж на контрольному варіанті (обробка насіння лише водою).

Також на величину сумарного водоспоживання рослин льону олійного вплинуло застосування мікробіологічних препаратів. Порівняно з контролем вони сприяли

Таблиця 1

Схема дослідів з льоном олійним

№ з/п	Назва варіанта	Норма внесення, л/т	Фаза внесення		
			насіння	"ялинка" ВСНН-19	"бутонізація" ВСНН-60
1	Хімічні препарати на фоні N ₄₅	1,5 1,2 0,5+0,14	Супервін	Агростар	Аякс+ Борей
2	Сухе чисте насіння	—	—	—	—
3	Контроль (обробка насіння водою)	10	—	—	—
4	Інокуляція насіння	1,0	<i>Bacillus</i> sp.4	—	—
5	Інокуляція насіння	1,0+0,05	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт	—	—
6	Інокуляція насіння	1,0+0,05+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	—	—
7	Варіант 6 (інокуляція насіння) + обробка рослин ВСНН-19	1,0+0,05+0,1 1,0	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4	—
8	Варіант 7 (інокуляція насіння + обробка рослин ВСНН-19)	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт	—
9	Варіант 8 (інокуляція насіння + обробка рослин ВСНН-19)	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4+ Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	—
10	Варіант 9 (інокуляція насіння + обробка рослин ВСНН-19) + ВСНН-60	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1+0,1 1,0	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4
11	Варіант 10 (інокуляція насіння + обробка рослин ВСНН-19) + ВСНН-60	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1+0,1 1,0+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4+ Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4+ Фітовіт
12	Варіант 11 (інокуляція насіння + обробка рослин ВСНН-19) + ВСНН-60	1,0+0,05+0,1 1,0+0,1+0,1 1,0+0,1+0,1	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н	<i>Bacillus</i> sp.4 + Фітовіт + Аверком ^Н
13	Інокуляція насіння	1,0	Екофосфорин	—	—
14	Варіант 13 (інокуляція насіння) + обробка рослин ВСНН-19	1,0 1,0	Екофосфорин	Екофосфорин	—
15	Варіант 13 (інокуляція насіння) + обробка рослин ВСНН-19	1,0 1,0+3,0	Екофосфорин	Екофосфорин+ Біоспектр БТ	—
16	Варіант 13 (інокуляція насіння) + обробка рослин ВСНН-19 + ВСНН-60	1,0 1,0+3,0 3,0+3,0	Екофосфорин	Екофосфорин+ Біоспектр БТ	БіоспектрБТ+ Метаризин БТ

Таблиця 2

Сумарне водоспоживання льону олійного та його складові в роки проведення досліджень, м³/га

Рік дослідження	Сумарне водоспоживання	Складові та їх частка у балансі			
		ґрунтової вологи		корисні опадів	
		м³/га	%	м³/га	%
сорт 'Орфей'					
2023	2034	1144	55,7	902	44,3
2024	2722	1499	55,1	1223	44,9
2025	2132	1216	57,0	916	43,0
Середнє за 2023–2025 рр.	2295	1281	55,8	1014	44,2
сорт 'Живинка'					
2023	2046	1144	55,9	902	44,1
2024	2567	1344	52,3	1223	47,7
2025	2171	1255	57,8	916	42,2
Середнє за 2023–2025 рр.	2261	1247	55,2	1014	44,8

Таблиця 3

Сумарне водоспоживання льону олійного різних сортів залежно від мікробіологічних препаратів (середнє за 2023–2025 рр.), м³/га

Назва варіантів досліджу	‘Орфей’	‘Живинка’
Протруювач Супервін (1,5 л/т)+N ₄₅ +хімзахист	2338	2317
Обробки насіння водою (контроль)	2260	2242
Обробка насіння препаратом Bacillus sp.4 (1,0 л/т)	2296	2274
Обробка насіння препаратами Bacillus sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)	2300	2288
Обробка насіння препаратами Bacillus sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)	2289	2252
Обробки насіння Bacillus sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком ^Н (0,1 л/т)+ВСН ^Н -19 Bacillus sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)+ВСНН-60 Bacillus sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком ^Н (0,1 л/га)	2291	2263
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т)	2315	2257
Обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВСНН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр БТ (3,0 л/га), ВСНН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га)	2306	2268
$\bar{X} \pm SX$ -	2294±10	2261±9
V, %	0,87	0,84

формуванню більшої вегетативної маси рослин, на що витрачалось значна кількість води і як наслідок, збільшувалась величина сумарного водоспоживання на 26–55 м³/га у сорту ‘Орфей’ і на 10–46 м³/га у ‘Живинки’, але меншим на 41 і 57 м³/га, ніж за традиційної технології.

На варіантах з мікробіологічними препаратами найбільші абсолютні значення сумарного водоспоживання 3000–3015 м³/га отримано на сорті ‘Орфей’ за обробки насіння Екофосфорин (1,0 л/т), а також за обробки насіння Bacillus sp.4 (1,0 л/т) і Фітовіт (0,05 л/т). На сорті ‘Живинка’ обробка насіння препаратами Bacillus sp.4 (1,0 л/т) і Фітовіт (0,05 л/т) також забезпечила максимальні значення сумарного водоспоживання 2288 м³/га.

Серед біологічних варіантів найменшу величину сумарного водоспоживання (2289 м³/га на сорті ‘Орфей’ і 2252 м³/га на сорті ‘Живинка’) виявлено за комплексної

обробки насіння препаратами Bacillus sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^Н (0,1 л/т).

За допомогою кореляційно-регресійного аналізу встановлено залежність величини врожайності насіння та сумарним водоспоживання рослин сортів льону олійного. Виявлено, що врожайність сортів льону олійного підвищувались зі збільшенням величини сумарного водоспоживання, а зв'язок представлений коефіцієнтом кореляції за шкалою Чеддока для сорту ‘Орфей’ 0,64 був помірним, а для сорту ‘Живинка’ 0,77 – високим (рис. 1).

Важливим показником ефективності використання води є коефіцієнт водоспоживання культури, який відображає питомі витрати води на формування одиниці врожаю продуктивних органів рослин. Розрахунки коефіцієнта водоспоживання льону олійного свідчать, що він залежав як від умов років досліджень, так і від застосування мікробіологічних препаратів для живлення та

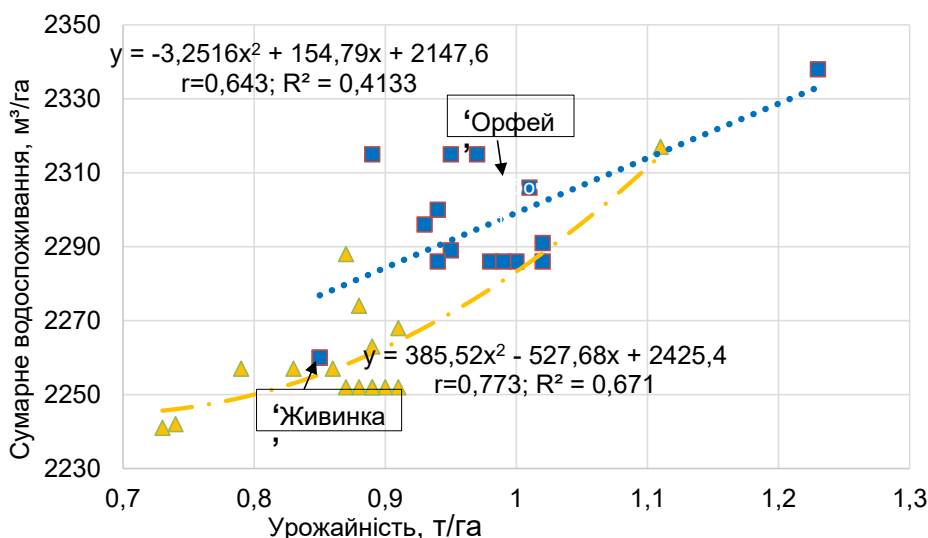


Рис. 1. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю та сумарним водоспоживанням льону олійного (середнє за 2023–2025 рр.)

захисту рослин. Найбільш економно витрачалась волога на формування 1 т врожаю насіння у 2025 р. на сорті 'Орфей' 2051 м³ і сорті 'Живинка' 2299 м³. Максимальні значення коефіцієнта водоспоживання отримано в 2023 і 2024 рр., у яких він на обох сортах в 1,2–1,3 рази більший (табл. 4).

За рахунок вищої продуктивності льону олійного на варіантах із використанням мікробіологічних препаратів порівняно з контролем (обробка насіння водою) більш економніше витрачалась волога на формування врожаю насіння. Так, за їх застосування величина коефіцієнтів водоспоживання сортів 'Орфей' і 'Живинка' у 2023 р. була на 5–317 і 240–733 м³/т, у 2024 р. на 169–548 і 97–667 м³/т та в 2025 р. на 15–523 і 181–465 м³/т меншою, ніж без них.

У всі роки досліджень економніше використовували вологу сорти льону олійного за обробки насіння біопрепаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з наступним

обприскуванням рослин у фазу ВСНН-19 сумішшю Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр (3,0 л/га) та в ВСНН-60 розчином Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га), а також за обробки насіння комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, л/га), Фітовіт (0,05 л/т, л/га) й Аверком^Н (0,1 л/т, л/га) та цими ж препаратами рослин у фазу ВСНН-19, що дозволило зменшити величину коефіцієнта водоспоживання у 2023 р. на 11,7–22,4 %, у 2024 р. – на 17,9–20,5 % та в 2025 р. – на 12,2–22,7 %.

За традиційної технології вирощування льону олійного з внесенням мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин відмічено найбільш економне використання вологи. Порівняно з варіантом обробки насіння водою коефіцієнт водоспоживання зменшився на 35,1–35,7 % у 2023 р., на 29,3–33,1% у 2024 р. і на 22,5–25,3 % у 2025 р. Це пов'язано з отриманням вищої врожайності за традиційної технології вирощування культури.

Таблиця 4

Коефіцієнт водоспоживання різних сортів льону олійного за впливу досліджуваних факторів у роки вирощування, м³/т

№ з/п	2023 р.		2024 р.		2025 р.	
	'Орфей'	'Живинка'	'Орфей'	'Живинка'	'Орфей'	'Живинка'
1	1763	2105	2121	2179	1786	1987
2	2753	3377	2935	3300	2280	2662
3	2718	3274	3000	3256	2304	2660
4	2472	2917	2603	2709	2289	2245
5	2610	3032	2531	2791	2196	2222
6	2576	2675	2506	2683	2189	2197
7	2713	2904	2569	2628	2101	2242
8	2678	2541	2545	2655	1893	2266
9	2512	3034	2569	2628	1781	2242
10	2544	2946	2521	2601	1859	2197
11	2678	2904	2521	2601	1843	2197
12	2699	3015	2452	2589	1781	2198
13	2751	2977	2831	3159	2253	2479
14	2579	2977	2665	2875	2100	2370
15	2516	2853	2589	2752	2080	2319
16	2401	2631	2463	2599	2024	2295
$\bar{X} \pm SX$	2560±126	2885±158	2589±109	2750±151	2051±107	2299±93
V, %	9,27	10,25	7,91	10,32	9,82	7,58

Примітка*: 1 – протруювач Супервін (1,5 л/т)+N45+хімзахист; 2 – насіння сухе (без обробки); 3 – обробки насіння водою (контроль); 4 – обробка насіння препаратом *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т); 5 – обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+ Фітовіт (0,05 л/т); 6 – обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^Н (0,1 л/т); 7 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 8 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га); 9 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га); 10 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ ВСНН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 11 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га) +ВСНН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га); 12 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га)+ВСНН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+ Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га); 13 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т); 14 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВСНН-19 Екофосфорин (1,0 л/га); 15 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВСНН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га); 16 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВСНН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр (3,0 л/га), ВСНН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га).

У середньому за роки досліджень при застосуванні мікробіологічних препаратів коефіцієнт водоспоживання сортів 'Орфей' і 'Живинка' становив відповідно 2249–2601 м³/т і 2484–2857 м³/т, а без них – 2670 і 3043 м³/т, або на 69–421 та 186–559 м³/т більше (рис. 2).

Серед сортів економніше використовував вологу на формування врожаю насіння 'Орфей', у якого коефіцієнт водоспоживання в середньому по досліді був на 239 м³/т меншим, ніж у сорта 'Живинка'. У цього сорту найбільш ефективно водоспоживання відмічено за обробки насіння та рослин у ВСНН-19 і ВСНН-60 комплексом мікробних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, л/га), Фітовіт (0,05 л/т, л/га) й Аверком^Н (0,1 л/т, л/га), а також на фоні обробки насіння біопрепаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з наступним обприскуванням рослин у ВСНН-19 сумішшю Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр (3,0 л/га) та в ВСНН-60 розчином Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га) – 2249, 2254 і 2290 м³/т, відповідно, що на 421, 416 і 380 м³/т менше, ніж на контрольному варіанті (обробка насіння водою).

Сорт 'Живинка' кращі результати також проявив за використання аналогічних комбінацій мікробіологічних препаратів. Так, за обробки насіння та рослин у фазу ВСНН-19 комплексом мікробних препаратів *Bacillus*

sp.4 (1,0 л/т, л/га), Фітовіт (0,05 л/т, л/га) й Аверком^Н (0,1 л/т, л/га), а також обробки насіння біопрепаратом Екофосфорин (1,0 л/т) та у фазу ВСНН-19 суміш Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр (3,0 л/га), у ВСНН-60 розчин Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га) коефіцієнти водоспоживання складають 2503, 2484 і 2502 м³/т, відповідно, що на 449, 540 і 541 м³/т менше, ніж за обробки насіння лише водою.

Встановлено дуже сильний зворотній зв'язок між коефіцієнтом водоспоживання та сформованою врожайністю насіння: коефіцієнт кореляції (*r*) для сортів 'Орфей' та 'Живинка' дорівнював -0,987 і -0,978, відповідно (рис. 3).

Тобто, виявлено практично однакову кореляційно-регресійну залежність між урожайністю насіння та коефіцієнтом водоспоживання сортів льону олійного 'Орфей' і 'Живинка'.

Висновки. Таким чином, у балансі сумарного водоспоживання льону олійного сортів 'Орфей' і 'Живинка' за вирощування в органічній сівозміні після пшениці озимої частка ґрунтової вологи складала 55,2–55,8 %, а корисних опадів – 44,2–44,8 %. Використання мікробіологічних препаратів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України: *Bacillus* sp.4; Фітовіт (S.

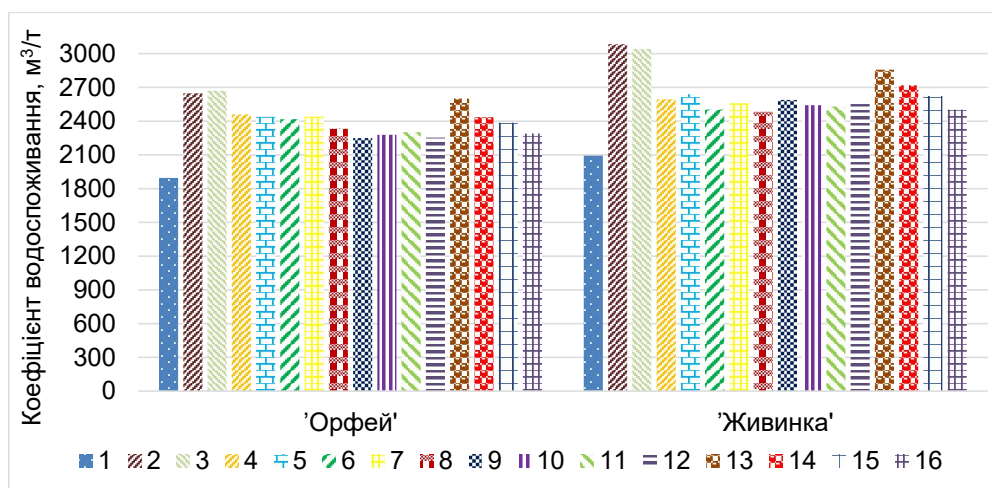


Рис. 2. Коефіцієнт водоспоживання сортів льону олійного залежно від мікробіологічних препаратів (середнє за 2023–2025 рр.), м³/т

1 – протруювач Супервін (1,5 л/т)+N₄₅+хімзахист; 2 – насіння сухе (без обробки); 3 – обробки насіння водою (контроль); 4 – обробка насіння препаратом *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т); 5 – обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т); 6 – обробка насіння препаратами *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т)+Фітовіт (0,05 л/т)+Аверком^Н (0,1 л/т); 7 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 8 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га)+Фітовіт (0,1 л/га); 9 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га); 10 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га); 11 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га)+ВСНН-60 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га); 12 – обробки насіння *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т) +Фітовіт (0,05 л/т)+ Аверком^Н (0,1 л/т)+ВСНН-19 *Bacillus* sp.4 (1,0 л/га) + Фітовіт (0,1 л/га)+ Аверком^Н (0,1 л/га)+Аверком^Н (0,1 л/га)+Аверком^Н (0,1 л/га)+Аверком^Н (0,1 л/га); 13 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т); 14 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВСНН-19 Екофосфорин (1,0 л/га); 15 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВСНН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+ Біоспектр (3,0 л/га); 16 – обробка насіння Екофосфорин (1,0 л/т), ВСНН-19 Екофосфорин (1,0 л/га)+Біоспектр (3,0 л/га), ВСНН-60 Біоспектр (3,0 л/га)+ Метаризин (3,0 л/га).

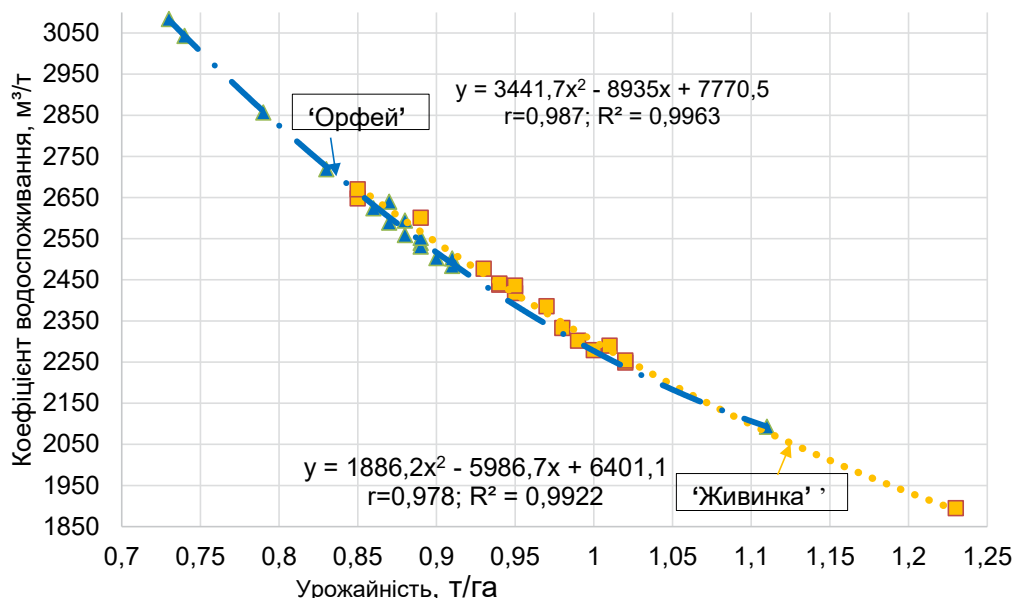


Рис. 3. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю насіння та коефіцієнтом водоспоживання льону олійного сортів 'Орфей' і 'Живинка'

netropsis IMB Ac-5025); Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* IMB Ac-5015+хітоза); Екофосфорин (*Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*), а також Інженерно технологічного інституту «Біотехніка»: Біоспектр БТ (ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) і Метаризин БТ (конідії гриба із роду *Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³) збільшувало величину сумарного водоспоживання на 26–55 м³/га у сорту 'Орфей' і на 10–46 м³/га – у сорту 'Живинка'. Проте за рахунок вищої продуктивності при застосуванні мікробіологічних препаратів більш економічніше витрачалась волога на формування 1 т врожаю насіння сортами 'Орфей' і 'Живинка': відповідно 2249–2601 м³/т і 2484–2857 м³/т, а без них – 2670 і 3043 м³/т, або на 69–421 та 186–559 м³/т більше.

Подальші дослідження в органічному землеробстві потребують розширення та вивчення комплексних мікробіологічних препаратів для живлення рослин та їх захисту від шкідливих організмів з урахуванням регіональних змін клімату та адаптації до несприятливих абіотичних факторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ільків Л.А. Сучасний стан та ефективність виробництва льону. *Економічні науки. Молодий вчений*. 2018. 12 (64). С. 614–618. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2018-12-64-140>
2. Заєць С. О., Мельник М.А. Досвід використання біологічних препаратів за вирощування льону олійного. *Аграрні інновації*. 2024. № 25. С. 151–156. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.24>
3. Santosh K., Jordan M.C., Raju D., Sylvie C., Niedz R.P. The luwd40-1 gene encoding wd repeat protein regulates growth and pollen viability in flax (*Linum usitatissimum* L.). *PLoS One*. 2013. № 8 (7).

Article e69124/ <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069124>

4. Kauser S., Hussain A., Ashraf S., Fatima G., Ambreen, Javaaria S., Ul Abideen Z., Kabir K., Yaqub S., Akram S., Shehzad A., Korma S.A. Flaxseed (*Linum usitatissimum*); phytochemistry, pharmacological characteristics and functional food applications. *Food Chemistry Advances*. 2024. Vol. 4. 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100573>
5. Saleem M.H., Ali S., Hussain S., Kamran M., Chattha M.S., Ahmad S., Aqeel M., Rizwan M., Aljarba N.H., Alkahtani S., et al. Flax (*Linum usitatissimum* L.): a potential candidate for phytoremediation? biological and economical points of view. *Plants*. 2020. № 9. 496. <https://doi.org/10.3390/plants9040496>
6. Lawas L. M. F., Erban A., Kopka J., Jagadish S. V. K., Zuther E., Hinch D. K. Metabolic responses of rice source and sink organs during recovery from combined drought and heat stress in the field. *Gigascience*. 2019. № 8. 102. <https://doi.org/10.1093/gigascience/giz102>
7. Havrlentova M., Kraic J., Gregusová V., Kováčsová B. Drought Stress in Cereals – A Review. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*. 2021. 67. 47–60. <https://doi.org/10.2478/agri-2021-0005>
8. Rane J., Singh A.K., Tiwari M., Prasad P.V.V., Jagadish S.V.K. Effective Use of Water in Crop Plants in Dryland Agriculture: Implications of Reactive Oxygen Species and Antioxidative System. *Front Plant Sci*. 2022. 12:778270. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.778270>. PMID: 35082809; PMCID: PMC8784697.
9. Ромащенко М., Гусев Ю., Шатковський А., Сайдак Р., Яцюк М., Шевченко А., Матяш Т. Вплив зміни клімату на водні ресурси та сільськогосподарське виробництво. *Меліорація земель та водне господарство*. 2020. 1. 5–22. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235>
10. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Минкін М.В., Минкіна А.О. Ефективність використання води

- рослинами льону олійного залежно від водозабезпеченості. *Таврійський науковий вісник*. 2005. № 41. С. 3–8.
11. Рудік О.Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку сортів льону в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 113–121.
 12. Cui H.Y., Hu F.L., Xu W.C., Niu J.Y., Fang Z.S. Effects of different organic manures on soil moisture, dry matter production and yield of oil flax. *Chin. Soils Fert.* 2014. № 5. 59–64. <https://doi.org/10.11838/sfsc.20140512>
 13. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Минкін А.О. Водоспоживання і ефективність використання води при вирощуванні льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. 2003. № 27. С. 16–18.
 14. Адамень Ф.Ф., Лазер П.Н., Рудік О.Л., Петракова О.І. Вплив строків сівби та норми висіву на врожайність і водоспоживання льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 81. С. 14–18.
 15. Рудік О.Л. Динаміка водного режиму ґрунту під час вирощування льону олійного на неполивних і зрошуваних землях півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 103. С. 117–123.
 16. Зелінський Ю.А. Вплив факторів вирощування на водоспоживання сортів льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2025. № 30. С. 270–276. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2025.30.37>
 17. Shevchenko I., Polyakov O., Kaminski Jan R. Influence of basic soil cultivation methods and growth stimulants on moisture availability of oilseed crops. *Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine*. 2019. 24 (38). 244–251. [https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24\(38\)-25](https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-25)
 18. Гамаюнова В.В., Задирко Р.В. Вплив обробки насіння та ресурсоощадного живлення на водоспоживання льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 186–192. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.22.29>
 19. Оккерт А.В., Поляков О.І., Нікітенко О.В. Водоспоживання льону олійного під впливом регуляторів росту рослин за різних способів основного обробітку ґрунту в умовах Південного Степу України. *Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовіництво і зберігання*. 2024. Вип. 2. С. 53–66. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14609855>
 20. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур / за ред. В. В. Волкодав. Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.
 21. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: ФОП Грін Д.С., 2014. 445 с.
 - oliinoho [Experience of using biological preparations for oil flax cultivation]. *Ahrarni innovatsii*, 25, 151–156. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.25.24> [in Ukrainian].
 3. Santosh, K., Jordan, M.C., Raju, D., Sylvie, C., & Niedz, R.P. (2013). The luwd40-1 gene encoding wd repeat protein regulates growth and pollen viability in flax (*Linum usitatissimum* L.). *PLoS One*, 8 (7). Article e69124/ <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069124>
 4. Kauser, S., Hussain, A., Ashraf, S., Fatima, G., Ambreen, Javaria S., Ul Abideen, Z., Kabir, K., Yaqub, S., Akram, S., Shehzad, A., & Korma, S.A. (2024). Flaxseed (*Linum usitatissimum*); phytochemistry, pharmacological characteristics and functional food applications. *Food Chemistry Advances*, Vol. 4, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100573>
 5. Saleem, M. H., Ali, S., Hussain, S., Kamran, M., Chattha, M.S., Ahmad, S., Aqeel, M., Rizwan, M., Aljarba, N. H., & Alkahtani, S., et al. (2020) Flax (*Linum usitatissimum* L.): a potential candidate for phytoremediation? biological and economical points of view. *Plants*, 9, 496. <https://doi.org/10.3390/plants9040496>
 6. Lawas, L.M.F., Erban, A., Kopka, J., Jagadish, S.V.K., Zuther, E., & Hinch, D.K. (2019). Metabolic responses of rice source and sink organs during recovery from combined drought and heat stress in the field. *Gigascience*, 8, 102. <https://doi.org/10.1093/gigascience/giz102>
 7. Havrlentova, M., Kraic, J., Gregusová, V., & Kováčsová, B. (2021). Drought Stress in Cereals – A Review. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 67, 47–60. <https://doi.org/10.2478/agri-2021-0005>.
 8. Rane, J., Singh, A.K., Tiwari, M., Prasad, P.V.V., & Jagadish, S.V.K. (2022). Effective Use of Water in Crop Plants in Dryland Agriculture: Implications of Reactive Oxygen Species and Antioxidative System. *Front Plant Sci.* 12:778270. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.778270>.
 9. Romashchenko, M., Husiev, Yu., Shatkovskiy, A., Saidak, R., Yatsiuk, M., Shevchenko, A. & Matias, T. (2020). Vplyv zminy klimatu na vodni resursy ta silskohospodarske vyrobnytstvo [The impact of climate change on water resources and agricultural production]. *Melioratsiia zemel ta vodne hospodarstvo*, 1, 5–22. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235> [in Ukrainian].
 10. Ushkarenko, V.O., Lazer, P.N., Mynkin, M.V., & Mynkina, A.O. (2002). Efektyvnist vykorystannia vody roslynamy lonu oliinoho zalezno vid vodozabezpechennosti [Water use efficiency of oilseed flax plants depending on water availability]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*, 41, 3–8 [in Ukrainian].
 11. Rudik, O.L. (2017). Vplyv volohozabezpechennia na protsesy rostu ta rozvytku sortiv lonu v umovakh pivdnia Ukrainy [The influence of moisture supply on the growth and development processes of flax varieties in southern Ukraine]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*, 98, 113–121 [in Ukrainian].
 12. Cui, H.Y., Hu, F.L., Xu, W.C., Niu, J.Y., & Fang, Z.S. (2014). Effects of different organic manures on soil moisture, dry matter production and yield of oil flax. *Chin. Soils Fert.*, 5, 59–64. <https://doi.org/10.11838/sfsc.20140512>
 13. Ushkarenko, V.O., Lazer, P.N., & Mynkin, A.O. (2003). Vodospozhyvannia i efektyvnist vykorystannia vody pry

REFERENCES:

1. Ilkiv, L.A. (2018). Suchasnyi stan ta efektyvnist vyrobnytstva lonu [Current status and efficiency of flax production]. *Ekonomichni nauky. Molodyi vchenyi*, 12 (64), 614–618. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2018-12-64-140> [in Ukrainian].
2. Zaiets, S.O., & Melnyk, M.A. (2024). Dosvid vykorystannia biolohichnykh preparativ za vyroshchuvannia lonu

- vyroshchuvanni lonu oliinoho [Water consumption and water use efficiency in oil flax cultivation]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 27, 16–18 [in Ukrainian].
14. Adamen, F.F., Lazer, P.N., Rudik, O.L., & Petrakova, O.I. (2012). Vplyv strokiv sivy ta normy vysivu na vrozhaist i vodospozhyvannia lonu oliinoho [The effect of sowing dates and sowing rates on the yield and water consumption of oil flax]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 81, 14–18 [in Ukrainian].
 15. Rudik, O.L. (2018). Dynamika vodnoho rezhymu ґрунту pid chas vyroshchuvannia lonu oliinoho na nepolyvnykh i zroshuvanykh zemliakh pivdnia Ukrainy [Dynamics of soil water regime during oil flax cultivation on non-irrigated and irrigated lands in southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 2018, 103, 117–123 [in Ukrainian].
 16. Zelinskiy, Yu.A. (2025). Vplyv faktoriv vyroshchuvannia na vodospozhyvannia sortiv lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [The influence of cultivation factors on water consumption of oilseed flax varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, 30, 270–276 <https://doi.org/10.32848/ahar.innov.2025.30.37> [in Ukrainian].
 17. Shevchenko, I., Polyakov, O., Kaminski, & Jan R. (2019). Influence of basic soil cultivation methods and growth stimulants on moisture availability of oilseed crops. *Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine*, 24 (38), 244–251. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24\(38\)-25](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-25) [in Ukrainian].
 18. Hamaiunova, V.V., & Zadyrko, R.V. (2023). Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhyvlenia na vodospozhyvannia lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [The effect of seed treatment and resource-saving nutrition on water consumption of oil flax in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, 22, 186–192. <https://doi.org/10.32848/ahar.innov.2023.22.29> [in Ukrainian].
 19. Olkert, A.V., Poliakov, O.I., & Nikitenko, O.V. (2024). Vodospozhyvannia lonu oliinoho pid vplyvom rehuliatoriv rostu roslyn za riznykh sposobiv osnovnoho obrobky ґрунту v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Water consumption of oil flax under the influence of plant growth regulators using different methods of primary soil cultivation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Roslynnytstvo, selektsiia i nasynnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia*, 2, 53–66. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14609855> [in Ukrainian].
 20. Volkodav, V.V. (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]*. Kyiv, 1, 100 [in Ukrainian].
 21. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Field experiment methodology (irrigated agriculture)]*. Kherson: FOP Hrin D.S., 445 [in Ukrainian].

Заєць С.О., Мельник М.А., Юзюк С.М., Онуфран Л.І.
Водоспоживання льону олійного залежно від сорту та застосування мікробіологічних препаратів

Мета роботи. Узагальнення трирічних експериментальних досліджень з впливу мікробіологічних препаратів на водоспоживання сортів льону олійного

в сівозміні органічного землеробства Південного Степу України. **Методи.** Дослідження проводились упродовж 2023–2025 в Інституті кліматично орієнтованого сільськогосподарства НААН згідно загальноновизначених методів та рекомендацій з вирощування льону олійного для виробництва органічної продукції. **Результати досліджень.** Встановлено, в середньому за три роки досліджень частка корисних опадів у сумарному водоспоживанні льону олійного сортів ‘Орфей’ та ‘Живинка’ була меншою за половину та складала 44,2 і 44,8 % відповідно. Більшу частку в сумарному водоспоживанні займала ґрунтова волога, на яку в середньому припадало 55,2–55,8 %. Найбільш економно використовувалась волога за обробки насіння та рослин у ВСНН-19 і ВСНН-60 комплексом мікробіологічних препаратів *Bacillus* sp.4 (1,0 л/т, л/га), Фітовіт (0,05 л/т, л/га) й Аверком^Н (0,1 л/т, л/га), а також на фоні обробки насіння біопрепаратом Екофосфорин (1,0 л/т) з наступним обприскуванням рослин у ВСНН-19 сумішшю Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр (3,0 л/га) та в ВСНН-60 розчином Біоспектр (3,0 л/га) і Метаризин (3,0 л/га) за яких коефіцієнт кореляції був на сортах ‘Орфей’ та ‘Живинка’ на 380–421 і 449–541 м³/т менше, ніж на контрольному варіанті (обробка насіння водою). **Висновки.** Використання мікробіологічних препаратів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України: *Bacillus* sp.4; Фітовіт (*S. netropsis* IMB Ac-5025); Аверком^Н (*Streptomyces avermitilis* IMB Ac-5015+хітоза); Екофосфорин (*Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*), а також Інженерно технологічного інституту «Біотехніка»: Біоспектр БТ (ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче 5,0·10⁹ КУО/см³) і Метаризин БТ (конідії гриба із роду *Metarhizium* з титром не нижче 2,0·10⁹ КУО/см³) збільшувало величину сумарного водоспоживання на 26–55 м³/га у сорту ‘Орфей’ і на 10–46 м³/га – у сорту ‘Живинка’, але за рахунок вищої продуктивності економніше витрачалась волога на формування 1 т врожаю насіння: відповідно 2249–2601 м³/т і 2484–2857 м³/т, а без них – 2670 і 3043 м³/т, або на 69–421 та 186–559 м³/т більше.

Ключові слова: льон олійний, мікробіологічні препарати, сумарне водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання.

Zaiets S.O., Melnyk M.A., Yuziuk S.M., Onufra L.I.
Water consumption of oil flax depending on the variety and the use of microbiological preparations

Purpose. Summary of three-year experimental studies on the effect of microbiological preparations on water consumption of oilseed flax varieties in crop rotation in organic farming in the Southern Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was conducted between 2023 and 2025 at the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in accordance with generally accepted methods and recommendations for growing oil flax for organic production. **Results.** It was established that, on average over three years of research, the share of useful precipitation in the total water consumption of oil flax varieties ‘Orfei’ and ‘Zhyvynka’ was less than half and amounted to 44.2 and 44.8%, respectively. Soil moisture accounted for the largest share of total water consumption, averaging 55.2–55.8%. The most economical use of moisture was achieved when treating seeds and plants with VSNN-19 and VSNN-60 with a complex of microbial preparations

Bacillus sp.4 (1.0 l/t, l/ha), FitoVit (0.05 l/t, l/ha) and Averkom[®] (0.1 l/t, l/ha), as well as against the background of seed treatment with the biological preparation Ekofosforin (1.0 l/t) followed by spraying plants in VSNN-19 with a mixture of Ekofosforin (1.0 l/ha) and Biospekt (3.0 l/ha) and in VSNN-60 with a solution of Biospekt (3.0 l/ha) and Metarizin (3.0 l/ha), where the correlation coefficient was 380–421 and 449–541 m³/t lower on the Orpheus and Zhivinka varieties than on the control variant (seed treatment with water). **Conclusions.** Use of microbiological preparations from the D.K. Zabolotnyi Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine: *Bacillus* sp.4; Fitovit (S. netropsis IMV As-5025); Averkom[®] (*Streptomyces avermitilis* IMV As-5015+chitosan); Ecophosphorin (*Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter*, and *Bacillus megaterium*), as well as the Engineering and Technological Institute "Biotechnika": Biospekt BT

(rhizosphere bacteria of the genus *Pseudomonas* with a titer of not less than 5.0·10⁹ CFU/cm³) and Metarizin BT (conidia of the fungus of the genus *Metarhizium* with a titer of not less than 2.0·10⁹ CFU/cm³) increased the total water consumption by 26–55 m³/ha in the 'Orfei' variety and by 10–46 m³/ha in the 'Zhyvynka' variety, but due to higher productivity, moisture was used more economically to produce 1 ton of seed yield: 2249–2601 m³/t and 2484–2857 m³/t, respectively, and without them – 2670 and 3043 m³/t, or 69–421 and 186–559 m³/t more.

Key words: oil flax, microbiological preparations, total water consumption, water consumption coefficient.

Дата першого надходження рукопису до видання: 26.09.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 27.10.2025

Дата публікації: 28.11.2025