

ВРОЖАЙНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ РОКУ 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

Постановка проблеми. Біологізація та органічне землеробство в сучасному аграрному секторі відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності та стійкості вирощування сільськогосподарських культур [1, 2].

Мікробні препарати є ключовим елементом у цьому процесі, оскільки вони сприяють розвитку корисних мікроорганізмів у ґрунті, що поліпшує його структуру та життєвий цикл рослин. У результаті цього рослини стають більш стійкими до шкідливих факторів навколишнього середовища, а також підвищується якість та врожайність сільськогосподарської продукції [3, 4].

Тому останніми роками як у світі так і в Україні спостерігається зростання інтересу до технологій виробництва сільськогосподарської продукції, які базуються на застосуванні біологічних мікроорганізмів для підживлення ґрунту та захисту рослин від шкідників і хвороб [5]. Цей підхід дозволяє зменшити використання хімічних пестицидів та добрив, що дозволить зберегти навколишнього середовища та покращити якість урожаю, включаючи якість продуктів харчування. Такі технології відіграють важливу роль у сталому розвитку сільського господарства [6, 7].

Використовуючи такі методи, як біодобрива і біопестициди українські аграрії можуть підвищити врожайність, зменшити залежність від хімічних засобів, сприяти біорізноманіттю та покращити стан ґрунту. Цей підхід не тільки сприяє збереженню навколишнього середовища, але й створює більш здорові та безпечні варіанти їжі для населення, зокрема й льону олійного. Насіння льону олійного багате на омега-3 жирні кислоти, дієтичні волокна та антиоксиданти, що робить їх корисними для здоров'я серця та шкіри. Вони також є джерелом рослинного протеїну. Таким чином, насіння льону олійного або лляна олія можуть бути відмінним додатком до раціону для підтримки загального здоров'я.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Слід визнати, що порівняно із звичайною технологією, де використовуються мінеральні добрива та хімічні пестициди для захисту рослин, вирощування льону олійного в органічній системі землеробства формує меншу врожайність насіння, але при цьому значно покращується його якість, що дуже важливо для продуктів харчування [8, 9].

Здорове харчування стає все більш популярним серед людей, які хочуть підтримувати здоровий спосіб життя. Воно орієнтоване на споживання екологічно без-

печних продуктів харчування багатих на поживні речовини, де особливе місце займають продукти із льону олійного [10, 11]. Виробництво таких продуктів можливе за ведення органічного землеробства з використання мікробіологічних препаратів.

Використання біологічних препаратів при веденні органічного виробництва насправді розвивається, але дослідження їх ефективності все ще обмежені. Хоча існують деякі наукові дослідження, але вони часто дають суперечливі результати через складність біологічних систем, мінливість умов навколишнього середовища та природно-кліматичну зональність. Так, використання для інокуляції насіння препаратів Екофосфорин та Вінос ТК в умовах південного Степу на фоні штучного та природного зволоження підвищує урожайність льону олійного на 0,22 та 0,11 т/га, відповідно [12].

Дослідженнями Житомирського національного аграрного університету встановлено, що використання бактеріальних препаратів ПГ-5 та Агрофіл при інокуляції насіння сприяють зростанню врожайності волокна на 6–22% [13].

Також про збільшення врожаю насіння льону олійного при застосуванні мікроорганізмів свідчать результати досліджень Інституту природничих волокон і лікарських рослин (м. Познань, Польща) [14]. При цьому затрати на обробку насіння зазвичай не перевищують 2–3% вартості одержуваної продукції [15].

Проте ряд наукових досліджень вказують про зростання ефективності використання біопрепаратів за обробки насіння і рослин. Так, за даними Думича В.В. одноразове застосування на посівах льону олійного забезпечило підвищення врожайності насіння на 0,13 т/га, а дворазове внесення робочого розчину біостимулятора росту рослин Біокомплекс-БТУ та біоінсектициду Бітоксубацилін-БТУ – 2,6 ц/га [16].

За даними Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН найвищу продуктивність насіння льону олійного при вирощуванні за органічною технологією (1,18 т/га) отримано за обробки насіння мікродобривом наномікс (2 л/т) з наступним обприскуванням рослин (4,0 л/га), приріст до контролю становив 0,19 т/га (19,1%) [17].

Дослідження Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН свідчать, що за однобічного використання біопрепарату

поліміксобактерин потенціал продуктивності льону-довгунцю повністю не реалізується, а поєднання бактеризації насіння поліміксобактерином та позакореневого застосування у фазі «ялинки» стимулятора росту рослин біолану досягають найвищої врожайності 2,70 т/га, приріст до контролю становив 35,7% [18].

Отже, ефективність застосування біологічних препаратів при вирощуванні насіння льону олійного за органічного виробництва має перспективу, особливо зі зростанням посушливості клімату. Тому дослідження щодо впливу біологічних препаратів, створених на основі комплексу корисних мікроорганізмів та активних речовин органічного походження, на формування врожаю льону олійного є актуальним.

Метою статті є узагальнення результатів досліджень з впливу агрометеорологічних умов року та біологічних препаратами на врожайність сортів льону олійного в системі органічного землеробства південного Степу України.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідженнями проводились в 2023–2024 рр. в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН у шестипільній органічній сівозміні (горох – пшениця м'яка озима – нут – пшениця тверда озима – льон – просо) за загальноприйнятими методиками і вказівками. Попередником льону олійного була пшениця тверда озима. Агротехніка проведення дослідів була загальноприйнятною для органічного землеробства зони півдня України, за винятком досліджуваних факторів. Сівбу в 2023 р. проводили 30 березня, а в 2024 р. – 1 квітня селекційною сівалкою точного висіву «Клен-1,5» звичайним рядковим способом з шириною міжряддя 15 см на глибину 3–5 см. Висівали насіння сортів Орфей і Живинка (харчового направлення) з нормою 5 млн шт./га.

Насіння льону олійного та рослини обробляли біологічним препаратом Екофосфорин (*Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*) із колекції культур відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, а система захисту рослин передбачала використання біологічних препаратів Біоспектр БТ і Метаризин БТ Інженерно технологічного інституту «Біотехніка» НААН. Схема дослідів передбачала: варіант 1 – обробка насіння водою; варіант 2 – обробка насіння Екофосфорином (1,0 л/т); варіант 3 – обробка насіння Екофосфорином (1,0 л/т), у фазу «ялинки» Екофосфорин (1,0 л/га); варіант 4 – обробка насіння Екофосфорином (1,0 л/т), у фазу «ялинки» Екофосфорин (1,0 л/га) + Біоспектр БТ (3,0 л/га); варіант 5 – обробка насіння Екофосфорином (1,0 л/т), у фазу «ялинки» Екофосфорин (1,0 л/га) + Біоспектр БТ (3,0 л/га), у бутонізацію Біоспектр БТ (3,0 л/га) + Метаризин БТ (3,0 л/га); варіант 6 – традиційна технологія: N_{45} -протруювання Супервін (1,5 л/т), у фазу «ялинки» гербіцид Агростар (1,0 л/га), у бутонізацію фунгіцид Аякс (0,6 л/га) + інсектицид Борей (0,1 л/га).

Характеристика біологічних препаратів, що використовуються в досліді:

Екофосфорин – комплексний біопрепарат з унікальним поєднанням азотфіксувальних, фосфатмобі-

лізувальних, рістстимулювальних та імунопротекторних властивостей ґрунтових бактерій *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium*. Доза для обробки насіння складає 1,0 л/т.

Біоспектр БТ – мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної дії, містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, біологічно-активні речовини (БАР): кислоти із роду феназин-карбонових, комплекс активних пігментів, які є діючими факторами в препараті.

Метаризин БТ – мікробіологічний препарат інсектицидної дії, містить токсичні метаболіти та конідії гриба із роду *Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³.

Хімічні препарати використані в традиційній технології захисту:

Супервін, к. с. – протруювач фунгіцидний, діюча речовина: тіабендазол, 45 г/л + флутриафол, 30 г/л;

Агростар, р.к. – гербіцид, діюча речовина МЦПА у формі аміної солі, 500 г/л;

Аякс, КС – фунгіцид, діюча речовина: тιοфанат-метил 310 г/л + эпоксиконазол 120 г/л + тебуконазол 70 г/л;

Борей, КС – інсектицид, діюча речовина імідаклоприд 150 г/л + лямбда-цигалотрин 50 г/л.

Обприскування посівів проводили за допомогою ручного обприскувача Forte CL-16А.

Досліди закладені в триразовій повторності, розміщення ділянок систематичне. Посівна площа ділянок 30 м², облікова – 25 м².

Результати дослідження та їх обговорення. Кількість опадів і температурний режим, які визначали погодні умови весняно-літнього періоду вегетації льону олійного, у 2023 і 2024 рр. взято із сайту спостережень meteoblue.com [19], а середня багаторічна норма опадів і температури повітря за період з 2012 р. по 2021 р. з сайту superagronom.com по сел. Хлібодарське [20] та відображено на рисунках 1 і 2.

У 2023 році весняний період був звичайним для цієї пори року. Проте температура повітря у березні була на 3,5 °С вище за норму, а в квітні та травні – в межах середньо багаторічних показників.

Слід відмітити, що опадів на початку весни практично не було. Лише у квітні їх випало майже у два рази більше кліматичної норми, що значно покращило умови для початкового росту рослин льону олійного. Завдяки продуктивним опадам у цьому місяці запаси вологи в ґрунті значно поповнились, але недостатня кількість ефективного тепла дещо уповільнювала ростові процеси рослин.

Опади, які проходили в окремі дні травня були різної інтенсивності та не сприяли накопиченню вологи в ґрунті, яка навпаки через використання рослинами та випаровування інтенсивно втрачалась. У червні недобір опадів складав 25,1 мм за близькою до кліматичної норми температури повітря, яка становила 21,7 °С. Тому рослини льону олійного сформували малорозвинену надземну масу. При цьому різке підвищення температурного режиму в період формування насіння в коробочках призвело до значної втрати листового апарату рослин, що істотно знизило врожай.

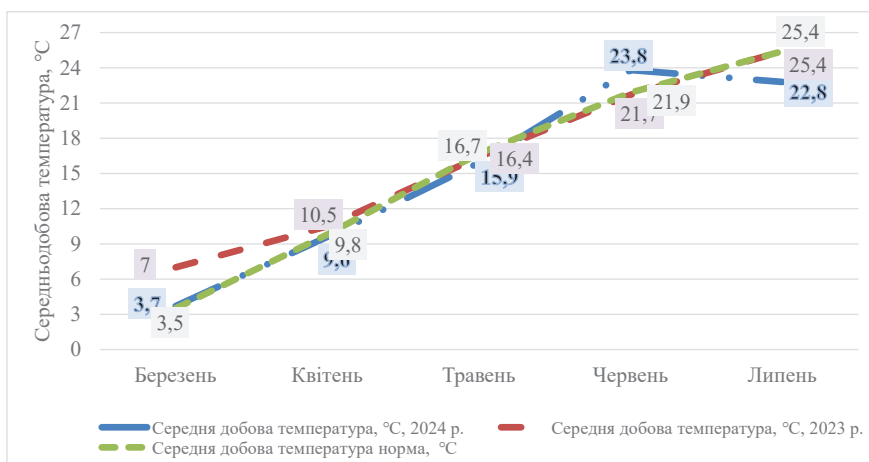


Рис. 1. Середня місячна температура повітря у весняно-літній період 2023 і 2024 рр. та норма [19, 20]

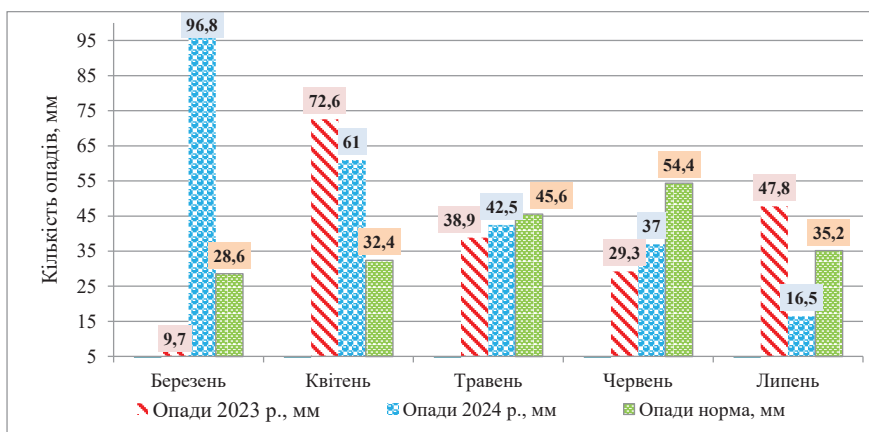


Рис. 2. Середня місячна кількість опадів у весняно-літній період 2023 і 2024 рр. та норма [19, 20]

Відмінною особливістю вегетаційного періоду льону олійного 2024 року було те, що температура повітря у березні і квітні була на 2,2 і 5,3 °C вище за норму, а в травні була на 1 °C менше середньо багаторічних показників. Якщо в лютому недобір опадів складав 21,0 мм, то у травні і квітні їх випало майже у 3,4 і 1,9 рази більше кліматичної норми, що значно покращило умови початкового росту рослин льону олійного. Завдяки таким продуктивним опадам запаси вологи в ґрунті значно поповнились, що разом із теплою погодою сприяло проходженню ростових процесів рослин. Проте дефіцит опадів у червні та високі температури повітря призвели до прискореного дозрівання рослин, що негативно позначилось на формуванні врожаю зерна льону олійного.

Тому, в середньому по досліді найвищу врожайність насіння 1,06 та 0,94 т/га сорти льону олійного Орфей і Живинка сформували у 2024 році, що на 0,21 і 0,19 т/га більше, ніж у 2023 році (рис. 3).

Урожайність насіння льону олійного у 2023 році нижчою була порівняно з 2024 роком внаслідок несприятливих погодних умов для його росту і розвитку, в першу чергу, із-за недостатнього забезпечення вологою через відсутність продуктивних опадів у період весняно – літньої вегетації, особливо у травні–червні. При цьому

в середньому за роки досліджень сорт Орфей забезпечив врожайність на 0,11 т/га вищу, ніж Живинка.

У всі роки досліджень на контрольному варіанті, де обробка проводилась лише водою, отримано найменшу врожайність, яка на сортах Орфей і Живинка: у 2023 р. становила 0,72 і 0,60 т/га, а в 2024 р. – 0,90 і 0,77 т/га, що відповідно на 0,03–0,12 і 0,09–0,18 т/га та 0,06–0,21 і 0,04–0,22 т/га менше, ніж за використання мікробіологічних препаратів (табл. 1).

Слід відмітити, що в 2023 р. на сорті Орфей проведення біологічного захисту рослин препаратами Біоспектр БТ і Метаризин БТ, порівняно з обробкою насіння і рослин Екофосфорином, сприяли підвищенню врожайності на 0,04 т/га, але цей приріст знаходився в межах похибки досліді (НІР₀₅ для часткових відмінностей V=0,06 т/га). Тоді як на сорті Живинка використання препаратів Біоспектр БТ і Метаризин БТ дозволило отримати більшу надбавку до врожайності, яка становила 0,09 т/га і була математично достовірною.

У 2024 р., порівняно з контрольним варіантом (без препаратів, лише вода), на обох сортах використання комплексу біологічних препаратів дозволило достовірно зберегти 0,21 і 0,22 т/га (НІР₀₅ для часткових відмінностей V=0,08 т/га).

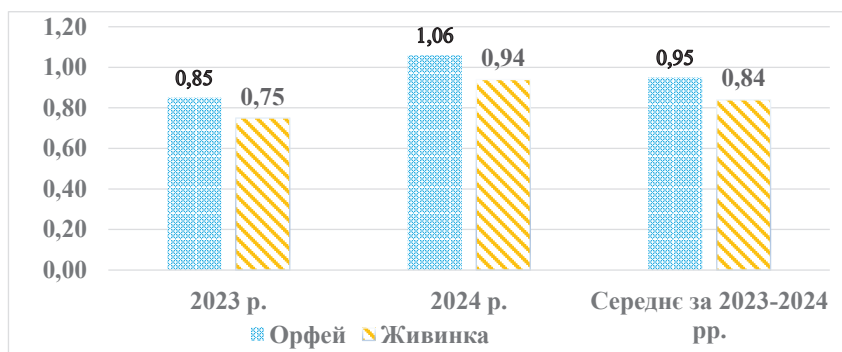


Рис. 3. Урожайність насіння сортів льону олійного у середньому за варіантами дослідів у 2023 і 2024 роках

Таблиця 1

Урожайність насіння сортів льону олійного залежно від застосування мікробіологічних препаратів, т/га (середня за 2023–2024 рр.)

Варіант	Орфей			Живинка		
	2023 р.	2024 р.	середнє	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – вода	0,72	0,90	0,81	0,60	0,77	0,69
Екофосфорин	0,75	0,96	0,86	0,69	0,81	0,75
Екофосфорин+ Екофосфорин	0,80	1,02	0,91	0,69	0,89	0,79
Екофосфорин+ Екофосфорин+ Біоспектр	0,82	1,05	0,94	0,72	0,93	0,82
Екофосфорин+ Екофосфорин+ Біоспектр+Метаризин	0,84	1,11	0,98	0,78	0,99	0,89
Традиційна технологія	1,18	1,29	1,24	0,99	1,23	1,11
НІР ₀₅ , т/га для часткових відмінностей	2023 р. – А і В=0,06; 2024 р. – А і В=0,08; середня за 2023–2024 рр. – А=0,09; В=0,04;					
для середніх (головних) ефектів	2023 р. – А=0,03; В=0,04; 2024 р. – А=0,03; В=0,05; середня за 2023–2024 рр. – А=0,04; В=0,03					

У середньому за роки досліджень використання мікробіологічних препаратів сприяло достовірному збереженню врожайності насіння на сортах Орфей і Живинка в межах 0,05–0,17 т/га та 0,06–0,20 т/га відповідно (НІР₀₅ для часткових відмінностей В=0,04 т/га). Результати наших досліджень підтверджують висновок Асканійської ДСДС НААН, у якому вказано, що використання мікробіологічних препаратів на льону олійному підвищують врожайність насіння на 0,08–0,22 т/га порівняно з контрольним варіантом [12].

Кращі результати обидва сорти льону олійного забезпечили на варіантах, де застосовували для обробки насіння Екофосфорин (1,0 л/т), у фазу «ялинки» бакову суміш препаратів Екофосфорин (1,0 л/га) і Біоспектр БТ (3,0 л/га), а в бутонізацію – Біоспектр БТ (3,0 л/га) і Метаризин БТ (3,0 л/га). Внаслідок такого комплексного застосування мікробіологічних препаратів врожайність сортів Орфей і Живинка становила 0,98 та 0,89 т/га, що більше за контрольний варіант (без застосування препаратів) на 17,3 та 22,5%.

Урожайність сортів, що отримано на цих варіантах, одного рівня, оскільки різниця між ними становила 0,09 т/га (НІР₀₅ для часткових відмінностей А=0,09 т/га).

За традиційної технології вирощування льону олійного з використанням мінеральних добрив та хімічної системи захисту рослин отримано максимальний врожай насіння на обох сортах (1,21 т/га Орфей; 1,11 т/га Живинка). Порівняно з контрольним варіантом додатково збережено в середньому за роки досліджень 0,42–0,43 т/га, а з кращим варіантом мікробіологічних препаратів – 0,22–0,26 т/га. Але як свідчать результати економічної ефективності, що витрати за традиційної технології були найвищими і склали 20464–20505 грн/га та не покривалися отриманим врожаєм (вартість 1 т насіння 16000 грн). Тоді як використання мікробіологічних препаратів було економічно виправданим – отриманий умовно чистий прибуток на сортах Орфей і Живинка становив в межах 3037–3455 і 1419–1623 грн/га, а на контролі він знано менший – 2710 і 836 грн/га відповідно.

Висновки і перспективи. Таким чином, при вирощуванні сортів льону олійного Орфей і Живинка комплексне застосування мікробіологічних препаратів Екофосфорин Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України та Біоспектр БТ

і Метаризин БТ Інженерно технологічного інституту «Біотехніка» НААН сприяють збереженню відповідно 0,17 і 0,20 т/га насіння та зростанню умовно чистого прибутку на 327–787 грн/га.

Подальші дослідження в сівозміні органічного землеробства потребують вивчення комплексних біологічних препаратів живильної та захисної дії з урахуванням зростання посушливості клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Безус Р. М. Організаційно-економічні засади ефективного розвитку органічного агровиробництва : монографія. Дніпропетровськ : Вид-во «Лізунов Пресс», 2020. 380 с.
2. Квашук О. В. Актуальність питання державного регулювання розвитку органічного сільськогосподарського виробництва в Україні як основи управління органічною діяльністю. *Органічне агровиробництво: освіта і наука* : збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної конференції, 25 жовтня 2022 р., Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2022. С. 4–7.
3. Волкогон В. В., Москаленко А. М., Дімова С. Б., Волкогон К. І., Пиріг О. В., Сидоренко В. П. Мікробні препарати в технологіях вирощування сільськогосподарських культур як чинник регулювання активності процесу денітрифікації. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. №29. С. 3–11. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.3-11>
4. Остапчук М. О., Поліщук І. С., Мазур В. А. Мікробіологічні препарати – складова органічного землеробства. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. №7 (47). С. 11–16.
5. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. *Спецвипуск. Пропозиція*. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту. 2015. С. 2–15.
6. Гончарук І. В., Ковальчук С. Я., Цицюра Я. Г., Лутковська С. М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні : монографія. Вінниця : Твори, 2020. 472 с.
7. Цілі Сталого Розвитку: Україна. Національна доповідь. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Київ, 2017. 176 с.
8. Klein J., Zikeli S., Claupein W., Gruber S. Linseed (*Linum Usitatissimum*) as an Oil Crop in Organic Farming: Abiotic Impacts on Seed Ingredients and Yield. *Org. Agric*. 2016. №7. P. 1–19.
9. Heller K., Wielgusz K. Yields of linseed cultivar Bukoz in organic and conventional farming. *J. Res Appl Agric Engng*. 2011. № 56 (3). P. 138–142.
10. Tse T. J., Guo Y., Shim Y. Y., Purdy S. K., Kim J. H., Cho J. Y., Alcorn J., Reaney M. J. T. Availability of bioactive flax lignan from foods and supplements. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023. № 63 (29). P. 9843–9858. doi:10.1080/10408398.2022.2072807.
11. Hu Y., Tse T. J., Shim Y. Y., Purdy S. K., Kim Y. J., Meda V., Reaney M. J. T. A Review of flaxseed lignan and the extraction and refinement of secoisolariciresinol diglucoside. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. Vol. 64(15). P. 5057–5072. doi:10.1080/10408398.2022.2148627
12. Сябрук Т. А., Коновалова В. М., Левенець Т. П., Рудік О. Л. Вплив біологічних препаратів на продуктивність льону олійного в умовах Південного Степу України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021. Вип. 34. С. 61–68. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.61-68>
13. Nosevich M., Novokhatskaya D. Productivity different varieties of flax depending on the feeding area and inoculation biologics. *Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University*. 2015. № 1, 2 (50). P. 286–294.
14. Wielgusz K., Weber Z., Andruszewska A. Wpływ biologicznej ochrony lnu oleistego na ograniczenie występowania fuzariozy i jakość plonu. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*. 2009. 49 (4). 1999–2002.
15. Compant S., Duffy B., Nowak J., Clément C., Barka E. A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl. Environ. Microbiol*. 2024. № 71. P. 4951–1959.
16. Думич В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технології виробництва льону олійного. Техніко-технологічні аспекти розвитку та впровадження нових технологій і методик для державного управління України. *Зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого*. 2019. Вип. 24(38). С. 296–301.
17. Шувар А. М., Рудацька Н. М., Дорота Г. М., Беген Л. Л., Тимчишин О. Ф., Тимків М. Ю. Особливості формування ефективних агроценозів льону олійного за органічного виробництва. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 6 (819). С. 34–41.
18. Корнута Ю. П. Ефективність біозасобів при вирощуванні льону довгунцю за різних погодних умов. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 7. С. 69–72.
19. Метеорологічні показники за 2022–2023 рр. URL: <https://meteoblue.com>
20. Середня багаторічна норма опадів та температури за місяцями з 2012 по 2021 рр. URL: <https://supera-gronom.com>

REFERENCES:

1. Bezus, R.M. (2020). *Orhanizatsiino-ekonomichni zasady efektyvnoho rozvytku orhanichnoho ahrovyrobnytstva [Organizational and economic principles of effective development of organic agricultural production]*. Dnipropetrovsk: Vyd-vo «Lizunov Press», 380 [in Ukrainian].
2. Kvaschuk, O.V. (2022). Aktualnist pytannia derzhavnoho rehuliuвання rozvytku orhanichnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva v Ukraini yak osnovy upravlinnia orhanichnoiu diialnistiu [The relevance of the issue of state regulation of the development of organic agricultural production in Ukraine as the basis for managing organic activities]. *Orhanichne ahrovyrobnytstvo: osvita i nauka : zbirnyk materialiv VII Mizhnarodnoi nauko-vo-praktychnoi konferentsii, 25 zhovtnya 2022 r. Kyiv, 4–7* [in Ukrainian].
3. Volkohon, V.V., Moskalenko, A.M., Dimova, S.B., Volkohon, K.I., Pyrih, O.V., & Sydorenko, V.P. (2019). Mikrobni preparaty v tekhnolohiiakh vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur yak chynnyk rehuliuвання aktyvnosti protsesu denitryfikatsii [Microbial preparations in crop cultivation technologies as a factor in regulating the activity of the denitrification process]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia – Agricultural microbiology*, 29,

- 3–11. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.3-11> [in Ukrainian].
4. Ostapchuk, M.O., Polishchuk I.S., & Mazur, V.A. (2011). Mikrobiologichni preparaty – skladova orhanichnoho zemlerobstva [Microbiological preparations – a component of organic farming]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU – Collection of Scientific Works of VNAU*, 7 (47), 11–16. [in Ukrainian].
 5. Tkalenko, H. (2015). Biologichni preparaty v zakhysti roslyn [Biological preparations in plant protection]. *Spetsvypusk Propozytsiia. Suchasni ahrotekhnolohiyi iz zastosuvannya biopreparativ ta rehulyatoriv rostu – Special issue. Offer. Modern agricultural technologies using biological preparations and growth regulators*, 2–15. [in Ukrainian].
 6. Honcharuk, I.V., Kovalchuk, S.Ya., Tsytsyura, Ya.H., & Lutkovska, S.M. (2020). *Dynamichni protsesy rozvytku orhanichnoho vyrobnytstva v Ukrayini [Dynamic processes of development of organic production in Ukraine]*. Vinnytsia: Tvory, 472 [in Ukrainian].
 7. *Tsili Staloho Rozvytku: Ukrayina. Natsionalna dopovid [Sustainable Development Goals: Ukraine. National report]*. (2017). Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku i torhivli Ukrayiny. Kyiv, 176 [in Ukrainian].
 8. Klein, J., Zikeli, S., Claupein, W., & Gruber, S. (2016). Linseed (*Linum Usitatissimum*) as an Oil Crop in Organic Farming: Abiotic Impacts on Seed Ingredients and Yield. *Org. Agric*, 7, 1–19.
 9. Heller, K., & Wielgusz, K. (2011). Yields of linseed cultivar Bukoz in organic and conventional farming. *J. Res Appl Agric Engng*, 56 (3), 138–142.
 10. Tse, T.J., Guo, Y., Shim, Y.Y., Purdy, S.K., Kim, J.H., Cho, J.Y., Alcorn, J., & Reaney, M.J.T. (2022). Availability of bioactive flax lignan from foods and supplements. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(29), 9843-9858 doi:10.1080/10408398.2022.2072807.
 11. Hu, Y., Tse, T.J., Shim, Y.Y., Purdy, S.K., Kim, Y.J., Meda, V., Reaney, M J.T. (2022). A Review of flaxseed lignan and the extraction and refinement of secoisolariciresinol diglucoside. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 64(15). P. 5057–5072doi:10.1080/10408398.2022.2148627
 12. Siabruk, T.A., Konovalova, V.M., Levenets, T.P., & Rudik, O.L. (2021). Vplyv biologichnykh preparativ na produktyvnist lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Influence of biological preparations on oilseed flax productivity in the Southern Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia – Agricultural microbiology*, 34, 61–68. [https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.61–68](https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.61-68) [in Ukrainian].
 13. Nosevich, M., & Novokhatskaya, D. (2015). Productivity different varieties of flax depending on the feeding area and inoculation biologics. *Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University*, 1, 2 (50), 286–294.
 14. Wielgusz, K., Weber, Z., & Andruszewska, A., (2009). Wplyw biologicznej ochrony lnu oleistego na ograniczenie występowania fuzariozy i jakośc plonu [The influence of biological protection of oilseed flax on reducing the occurrence of Fusarium blight and the quality of the crop]. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, 49(4): 1999–2002 [in Polish].
 15. Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clément, C., & Barka, E.A. (2015). Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl. Environ. Microbiol*, 71, 4951–1959.
 16. Dumych, V. (2019). Doslidzhennia efektyvnosti zastosuvannya biopreparativ u tekhnolohii vyrobnytstva lonu oliinoho [Study of the efficiency of biological products application in oil flax production technology]. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vprovadzhennia novykh tekhnolohii i metodyk dlia derzhavnoho upravlinnia Ukrainy. Zb. nauk. pr. UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho – Technical and technological aspects of the development and implementation of new technologies and methods for the state administration of Ukraine. Coll. of science Ave. UkrNDIPVT named after L. Pogorilyi*, 24(38), 296–301. [in Ukrainian].
 17. Shuvar, A.M., Rudavska, N.M., Dorota, H.M., Behen, L.L., Tymchyshyn O.F., & Tymkiv, M.Yu. (2021). Osoblyvosti formuvannya efektyvnykh ahrotsenoziv lonu oliinoho za orhanichnoho vyrobnytstva [Peculiarities of formation of effective oil flax agrocenoses in organic production]. *Visnyk ahraryi nauky – Herald of Agrarian Science*, 6 (819), 34–41. [in Ukrainian].
 18. Kornuta, Yu.P. (2014). Efektyvnist biozasobiv pry vyroshchuvanni lonu dovhuntsiu za riznykh pohodnykh umov [Efficiency of biological products in the cultivation of long flax under different weather conditions]. *Visnyk ahraryi nauky – Herald of Agrarian Science*, 7, 69–72 [in Ukrainian].
 19. *Meteorologichni pokaznyky za 2022–2023 rr. [Meteorological indicators for 2022–2023]*. URL: <https://meteoblue.com> [in Ukrainian].
 20. *Serednya bahatorichna norma opadiv ta temperatury za misyatsyamy z 2012 po 2021 rr. [Average long-term rate of precipitation and temperature by months from 2012 to 2021]*. URL: <https://superagronom.com> [in Ukrainian].
- Заєць С.О., Мельник М.А. Врожайність льону олійного залежно від агрометеорологічних умов року та застосування мікробіологічних препаратів**
- Мікробні препарати є ключовим елементом у цьому процесі, оскільки вони сприяють розвитку корисних мікроорганізмів у ґрунті, що поліпшує його структуру та життєвий цикл рослин. **Мета роботи.** Узагальнення результатів досліджень з впливу агрометеорологічних умов року та біологічних препаратів на врожайність сортів льону олійного в системі органічного землеробства південного Степу України. **Методи.** Польові дослідження проводились в 2023–2024 рр. в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН на посівах льону олійного у шестипільній органічній сівозміні (горох – пшениця м'яка озима – нут – пшениця тверда озима – льон – просо) за загальнопринятими методиками і вказівками для органічного землеробства. **Результати досліджень.** Встановлено, що найвищу врожайність насіння 1,06 та 0,94 т/га сорти льону олійного Орфей і Живинка сформували у 2024 році, що на 0,21 і 0,19 т/га більше, ніж у 2023 році, у якого спостерігався дефіцит вологи, через відсутність продуктивних опадів у період травень–червень. У середньому за роки досліджень сорт Орфей забезпечив врожайність на 0,11 т/га вищу, ніж Живинка. Використання мікробіологічних препаратів сприяло достовірному збереженню врожайності насіння на сортах Орфей і Живинка в межах 0,05–0,17 т/га та 0,06–0,20 т/га відповідно (НІР₀₅ для часткових відмінностей В=0,04 т/га). **Висновки.**

Комплексне застосування мікробіологічних препаратів Екофосфорин (1 л/т+1 л/га) Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України та Біоспектр БТ (3,0+3,0 л/га) і Метаризин БТ (3,0 д/га) Інженерно технологічного інституту «Біотехніка» НААН при вирощуванні в органічній сівозміні сортів Орфей і Живинка сприяють збереженню відповідно 0,17 і 0,20 т/га насіння льону олійного та збільшують умовно чистий прибуток на 327–787 грн/га.

Ключові слова: льон олійний, сорти, мікробіологічні препарати, погодні умови, урожайність.

Zaiets S.O., Melnyk M.A. Oilseed flax yield depending on agrometeorological conditions of the year and the use of microbiological preparations

Microbial preparations are a key element in this process, as they promote the development of beneficial microorganisms in the soil, which improves its structure and the life cycle of plants. **Purpose.** Generalization of the results of research on the influence of agrometeorological conditions of the year and biological preparations on the yield of oil flax varieties in the system of organic farming in the southern Steppe of Ukraine. **Methods.** Field studies were conducted in 2023–2024 at the Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine on oilseed flax crops in a six-crop organic rota-

tion (peas – soft winter wheat – chickpeas – hard winter wheat – flax – millet) according to generally accepted methods and guidelines for organic farming. **Research results.** It was found that the highest seed yields of 1.06 and 0.94 t/ha of oilseed flax varieties Orfei and Zhyvynka were formed in 2024, which is 0.21 and 0.19 t/ha more than in 2023, which had a moisture deficit due to the lack of productive precipitation in May–June. On average, over the years of research, the Orfei variety yielded 0.11 t/ha higher than Zhyvynka. The use of microbiological preparations contributed to the reliable preservation of seed yields on Orfei and Zhyvynka varieties within 0.05–0.17 t/ha and 0.06–0.20 t/ha, respectively (LSD₀₅ for partial differences B = 0.04 t/ha). **Conclusions.** Complex application of microbiological preparations Ecophosphorin (1 l/t+1 l/ha) of the Institute of Microbiology and Virology named after D.K. Zabolotnyi of the National Academy of Sciences of Ukraine and Biospectr BT (3.0+3.0 l/ha) and Metarizin BT (3.0 d/ha) of the Engineering and Technological Institute “Biotechnology” of the National Academy of Sciences of Ukraine when growing Orfei and Zhyvynka varieties in organic crop rotation contribute to the preservation of 0.17 and 0.20 t/ha of oil flax seeds, respectively, and increase the conditional net profit by 327–787 UAH/ha.

Key words: oil flax, varieties, microbiological preparations, weather conditions, yield.