

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Т. А. Сябрук¹, В. М. Коновалова¹, Т. П. Левенець¹, О. Л. Рудік²

¹Асканійська ДСДС Інституту зрошуваного землеробства НААН
вул. 40 років Перемоги, 16; с. Тавричанка, Каховський р-н, Херсонська обл., 74862, Україна;
e-mail: tanyasabruk82@ukr.net

²Херсонський державний аграрно-економічний університет
вул. Стрітенська, 23; м. Херсон, 73006, Україна; e-mail: oleksandr.rudik@gmail.com

Мета. Дослідити вплив різних за походженням та механізмами дії біологічних препаратів на урожайність та олійність насіння льону низького в посушливих умовах на фоні штучного та природного зволоження. **Методи.** Польові, біохімічні, розрахунково-статистичні. **Результати.** Встановлено, що умовах природного вологозабезпечення Південного Степу України застосування на посівах льону олійного препаратів Азофосфорин, Екофосфорин, Вінос ТК та Біо-гель, згідно з рекомендаціями для обробки насіння та посівів у фазу «ялинка», забезпечує підвищення виходу олії за рахунок збільшення урожайності насіння та, у більшості випадків, олійності насіння. Ефективність окремих препаратів визначалася погодними умовами вегетаційного періоду року. Встановлено переважний вплив на урожайність органічного добрива Біо-гель, тоді як мікробні препарати позитивно впливали одночасно на урожайність та олійність насіння льону. Використання для інокуляції насіння препаратів Екофосфорин та Вінос ТК підвищує урожайність на 0,22 та 0,11 т/га, а олійність — на 0,5 та 0,4 відсоткові пункти відповідно. Дворазове застосування препарату Азофосфорин, за рахунок підвищення урожайності насіння на 0,11 т/га, збільшує умовний вихід жиру на 31 %. Застосування мікробіологічних препаратів та органічного добрива для обробки насіння перед посівом та для позакореневого підживлення за вирощування льону олійного сорту Віра позитивно впливає на врожайність, вміст олії в насінні, що зумовлює збільшення виходу жиру на 11,0–57,9 %. **Висновки.** Застосування в технології вирощування льону олійного біологічних препаратів є базовим елементом отримання продукції харчового та медичного призначення. Найвищу в досліді врожайність (0,99 т/га) та найбільший вихід жиру (428 кг/га) забезпечує обробка насіння перед сівбою органічним добривом Біо-гель у дозі 1,5 л/га. Найвищу олійність (43,0 %) забезпечує позакоренева обробка рослин препаратом Азофосфорин. Застосування мікробіологічних препаратів Екофосфорин, Вінос ТК та Азофосфорин для обробки насіння підвищує врожайність на 0,08–0,22 т/га та вихід олії на 11,1–12,9 %.

Ключові слова: льон олійний, інокуляція, обробка рослин, мікробні препарати, органічні добрива, урожайність, олійність насіння.

Вступ. В Україні олійні культури складають важливу експортну групу сільськогосподарської продукції [1; 2]. Зростання попиту на цю продукцію зумовлено унікальним поєднанням у її складі енергонасичених та фізіологічно необхідних сполук — жирів та білків. Саме тому вони одночасно задовольняють потреби харчової, медичної, хімічної

промисловостей, кормовиробництва та інших галузей. Інноваційні технології переробки насіння постійно розширюють сферу використання такої сировини та продуктів з унікальними властивостями, створеними на її основі.

Нині важливим завданням аграрного виробництва є забезпечення високого техноло-

гічного рівня вирощування олійних культур, відповідно до вимог щодо сировини та величків, зумовлених умовами вирощування [3]. Такими є оптимізація структурного складу олійних рослин, забезпечення біологізації інтенсивних за змістом і спрямуванням технологій їх вирощування, адаптація виробництва до змінних умов зовнішнього середовища.

Вирощування льону олійного відіграє вагомий роль у забезпеченні населення цінною та унікальною за своєю якістю рослинною олією. Безперечно, в Україні льон не складатиме реальної конкуренції традиційним олійним культурам — соняшнику, сої, ріпаку озимому, проте культура має високий потенціал використання та покращення структури посівних площ цієї групи й збалансування систем землеробства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останні десятиліття в практичній сільськогосподарській діяльності для розв'язання багатьох виробничих проблем активно використовуються біологічні препарати та штучні органічні добрива, які стають невід'ємною частиною сучасних систем живлення та технологій вирощування сільськогосподарських культур [4; 5]. Їх використання за вирощування провідних продовольчих культур достатньо широке та є одним із доступних і маловитратних шляхів підвищення продуктивності агроценозів, посилення стресостійкості рослин, відновлення природних процесів відтворення родючості ґрунту [6]. Проте аналогічні дослідження щодо так званих нішевих культур, до яких належить і льон олійний, є несистемними та поодинокими.

Для льону олійного як джерела забезпечення сировини харчового та медичного призначення доволі важливим сьогодні є питання біологізації технологій вирощування як для отримання якісної сировини, так і для зниження негативного їх впливу на довкілля [7–9].

Біологічні препарати дозволяють регулювати активність низки ґрунтових процесів та метаболізм рослинного організму, що сприяє ефективнішому використанню ґрунтово-кліматичного потенціалу зони та генетично зумовлених можливостей сільськогосподарських культур. Вони сприяють підвищенню стійкості рослин до несприятливих факторів природного або антропогенного

характеру, таких як перепад температур, дефіцит вологи, інгібуюча дія пестицидів, ураження хворобами і шкідниками, що в кінцевому результаті сприяє значному підвищенню врожайності та покращенню якості продукції [10; 11].

Метою дослідження є встановлення впливу різних за походженням та механізмами дії біологічних препаратів на продуктивність льону олійного в специфічних умовах Південного Степу України на фоні штучного та природного зволоження.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили на базі Асканійської ДСДС НААН упродовж 2019–2020 років. Ґрунти господарства темно-каштанові важкосуглинкові, містять в орному шарі 2,15–2,3 % гумусу, забезпеченість азотом є низькою, фосфором — середньою, а калієм — високою. У роботі застосовували зональну агротехніку вирощування льону та типову методику закладання й проведення досліджень [12].

Попередником була озима пшениця, основний обробіток ґрунту передбачав оранку на 20–22 см, перед якою вносили мінеральні добрива із розрахунку $N_{45}P_{30}$. Повторність у досліді — триразова, варіанти розташовували рендомізованими блоками. У дослідженнях використовували сорт льону олійного Віра. Насіння висівали з нормою 6 млн шт./га, міжряддя — 15 см.

Схема досліді передбачала застосування для обробки насіння мікробних препаратів Екофосфорин (150 мл на гектарну норму) та Вінос ТК (50 г на гектарну норму), а також одно- та дворазове застосування мікробного препарату Азофосфорин (100 мл на гектарну норму насіння + обробка у фазу «ялинка» 1 л/га) та штучного органічного добрива Біогель (1,5 л/т насіння + обробка у фазу «ялинка» 1,5 л/га). Препарати використовували відповідно до рекомендацій щодо їх застосування.

Екофосфорин — бактеріальний препарат на основі рістстимулювальних, азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних ґрунтових бактерій *Azotobacter chroococcum*, *A. vinelandii*, *Agrobacterium radiobacter* і *Bacillus megaterium* для підвищення продуктивності польових культур з концентрацією клітин не менше $2,0 \cdot 10^9$ кл/мл. Препарат розроблено в Інституті мікробіології і вірусології ім.

Д. К. Заболотного НАН України, виготовляється на Ладижинському заводі ферментних препаратів «Ензім» (Вінницька область).

Вінос ТК — комплексний сухий інокулянт на основі тальково-графітної суміші для обробки насіння польових культур, до складу якого входять культури антагоністів збудників хвороб, азотфіксувальні, фосфат-, та каліймобілізувальні мікроорганізми й біологічно активні речовини з загальним титром не менше $1,0 \cdot 10^{11}$ КУО/г. Препарат також виробляється на Ладижинському заводі ферментних препаратів «Ензім», як і Екофосфорин, випускається в рамках українського бренду біологічних засобів захисту та стимуляції росту рослин ENZIM Agro.

Азофосфорин — високоефективний бактеріальний препарат на основі рістстимулювальних, азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних ґрунтових бактерій для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур із концентрацією клітин не менше $1,5 \cdot 10^9$ кл/мл. Препарат створено в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

Біо-гель — органічне добриво, отримане із торфу, біогумусу та іншої органічної сировини, що проявляє стимулювальні та рістрегуляторні властивості. Завдяки наявності біологічно активних речовин та корисних мікроорганізмів забезпечує підвищення стійкості рослин до несприятливих умов навколишнього середовища, посилення імунної системи, життєздатності та збільшення врожайності сільськогосподарських культур. Препарат отримав екологічну сертифікацію № UA 08.002.428 та виробляється за технологіями НТD-Technology у місті Херсон на потужностях ФОП Осипенко С. Б.

Інокуляцію посівного матеріалу проводили згідно з рекомендаціями — за добу до висіву культури. Згідно зі схемою дослідження застосування біологічних препаратів у фазу «ялинка» здійснювали за допомогою ручного обприскувача із розрахунковими витратами води 300 л/га. У 2020 році виникла необхідність десикації, яку проводили у фазу пізньої жовтої стиглості. Облік урожаю здійснювали шляхом обмолоту облікової ділянки 50 м² комбайном «Samro-130». Ґрунтову мікробну біомасу визначали за інтенсивністю продукування CO₂ [13].

Погодні умови в період досліджень ха-

рактеризувалися істотними коливаннями гідротермічних показників. Весна настала значно раніше від багаторічних термінів, а температура за період із березня по липень була вищою на 2,18 °С у 2019 році та 1,80 °С — у 2020 році. Загальне надходження опадів впродовж зазначеного періоду було близьким до норми, проте якщо в 2019 р. сухими були березень та червень, то у 2020 р. — березень і квітень. Тому в 2019 р. дозрівання льону відбувалося в період жорсткої посухи, а у 2020 р. у період формування репродуктивних органів опадів надійшло більше за норму.

Результати досліджень. Застосування досліджуваних біологічних препаратів для обробки насіння та посівів льону олійного позитивно позначилося на врожайності насіння. Найбільшим приріст урожаю був за застосування для обробки насіння штучного органічного добрива Біо-гель. Використання для інокуляції насіння препаратів Екофосфорин, Вінос ТК та Азофосфорин забезпечувало підвищення врожайності культури на 12,5–34,4 %. Таке значне збільшення врожайності могло бути зумовлено покращенням живлення рослин, насамперед азотного, та посиленням біологічної активності ґрунту, про що свідчать інші дослідження [14], оскільки культуру вирощували за помірного фону живлення, а забезпеченість ґрунту азотом була низькою. Інокуляція посівного матеріалу сприяла покращенню якості продукції — олійність насіння достовірно зростала на 0,4–0,5 пункти. Проте вагомим під час передпосівної обробки насіння було застосування органічного добрива Біо-гель, олійність у цьому варіанті дослідження зросла на 0,8 % (табл.).

Ефективним виявилось застосування препаратів Азофосфорин та Біо-гель для обробки вегетуючих рослин у фазу «ялинка». Встановлено, що більший приріст урожаю насіння (0,27 т/га) забезпечувало позакореневе підживлення штучним органічним добривом Біо-гель, проте необхідно зазначити, що водночас спостерігали тенденцію до зменшення олійності, тому це питання потребує додаткового вивчення. Обробка вегетуючих рослин препаратом Азофосфорин позначилася на олійності насіння, зростання складало 1,3 пункти, врожайність водночас підвищилася на 0,06 т/га. Як уже зазначено, підживлення рослин штучним органічним

Таблиця. Вплив біологічних препаратів на урожайність та якість насіння льону олійного (2019–2020 рр.)

Варіанти дослідів	Урожайність		Олійність	
	т/га	±	%	±
Без обробки (контроль)	0,64	–	41,7	–
Обробка насіння				
Екофосфорин	0,86	0,22	42,2	0,5
Вінос ТК	0,75	0,11	42,1	0,4
Азофосфорин	0,72	0,08	42,1	0,4
Біо-гель	0,99	0,35	42,5	0,8
Обробка рослин у фазу «ялинка»				
Азофосфорин	0,7	0,06	43,0	1,3
Біо-гель	0,91	0,27	41,4	-0,3
Обробка насіння + обробка рослин у фазу «ялинка»				
Азофосфорин	0,85	0,21	41,8	0,1
Біо-гель	0,94	0,30	42,0	0,3
НІР ₀₅	0,05			0,3

добривом Біо-гель сприяло значному підвищенню врожайності насіння щодо контролю, проте ефективність такого заходу проти обробки насіння була нижчою.

Дворазове поетапне застосування препарату Азофосфорин зумовило підвищення урожайності насіння до 0,85 т/га, водночас вміст олії в ньому не змінився. Забезпечувало зростання урожайності насіння щодо контролю і дворазове застосування препарату Біо-гель, проте ефективність його застосування лише для обробки насіння була вищою. Така особливість реакції льону олійного на препарат Біо-гель може бути зумовлена його складом. Оскільки органічне добриво споживається рослинами до початку синтезу олії, воно переважно впливає на елементи структури врожаю [15]. Водночас необхідно зважати на обмеженість запасів вологи в період формування насіння та дозрівання, коли утворення потужної наземної маси за сильної посухи негативно впливає на продуктивність посівів.

Зважаючи на олійне призначення культури, розраховували умовний вихід жиру (рис. 1).

Застосування всіх досліджуваних препаратів та схем їх використання мало позитивний вплив. За обробки насіння мікробіологічними препаратами найвищий вихід жиру забезпечувало використання Екофосфори-

ну — 350 кг/га, а за дворазового застосування Азофосфору — 355 кг/га. Проте вищою була ефективність застосування органічного добрива Біо-гель — 397 та 393 кг/га за застосування для обробки вегетуючих рослин та дворазово відповідно. Найвищий умовний вихід жиру забезпечувала обробка насіння органічним добривом Біо-гель — 428 кг/га. Такий ефект, на нашу думку, забезпечувало прискорення ростових процесів рослин льону олійного на початкових етапах онтогенезу, за яких вони краще використовують ресурси ранньовесняного періоду.

Переваги застосування досліджуваних препаратів проявлялися також у позитивному впливі на родючість ґрунту. Ґрунтова мікробна біомаса є активним чинником колабігу енергії, мікро-, та макроелементів, чим сприяє формуванню стабільної системи живлення та оптимальних умов ґрунтового середовища [16].

Максимальне зростання мікробної біомаси ґрунту за обробки насіння встановлено у разі застосування препаратів Екофосфорин та Азофосфорин. Застосування органічного добрива Біо-гель було менш ефективним (рис. 2).

Застосування досліджуваних препаратів для обробки посівів у період вегетації було менш ефективним. Проте за дворазового застосування препарату Азофосфорин у дослі-

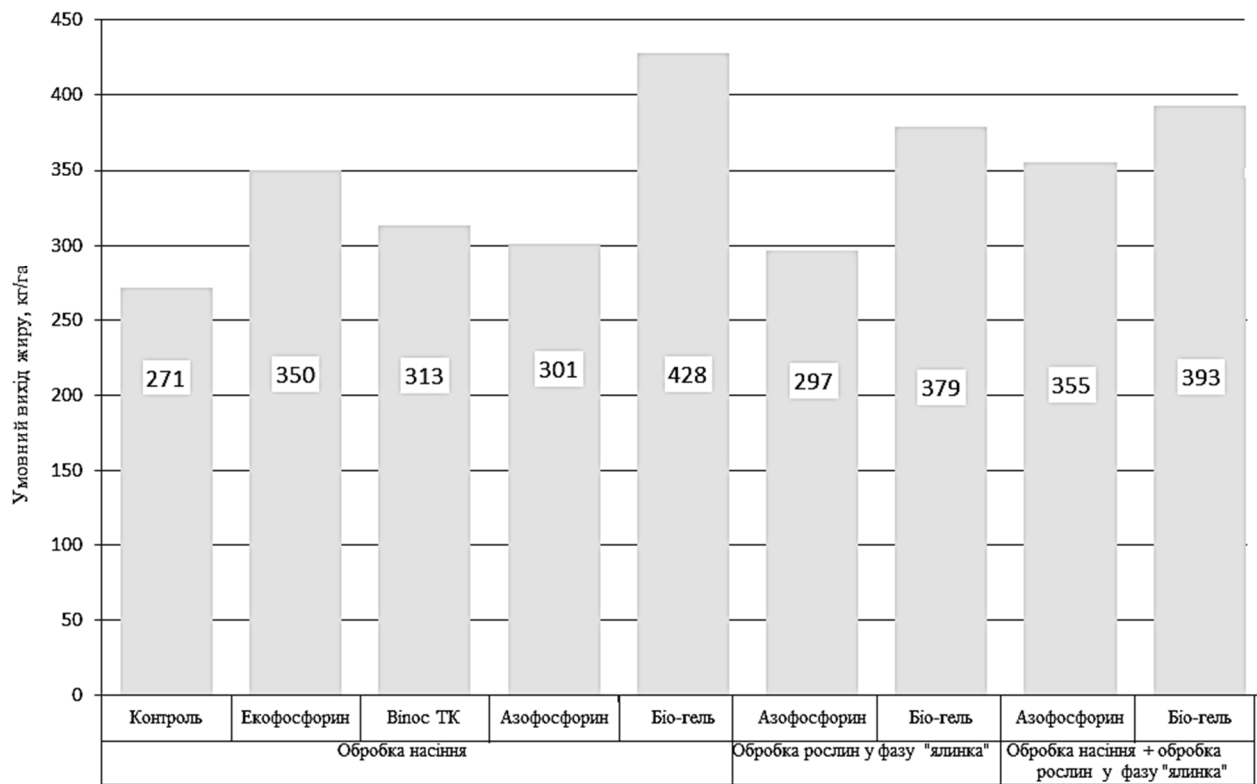


Рис. 1. Умовний вихід жиру за вирощування льону олійного із застосуванням біологічних препаратів, кг/га.

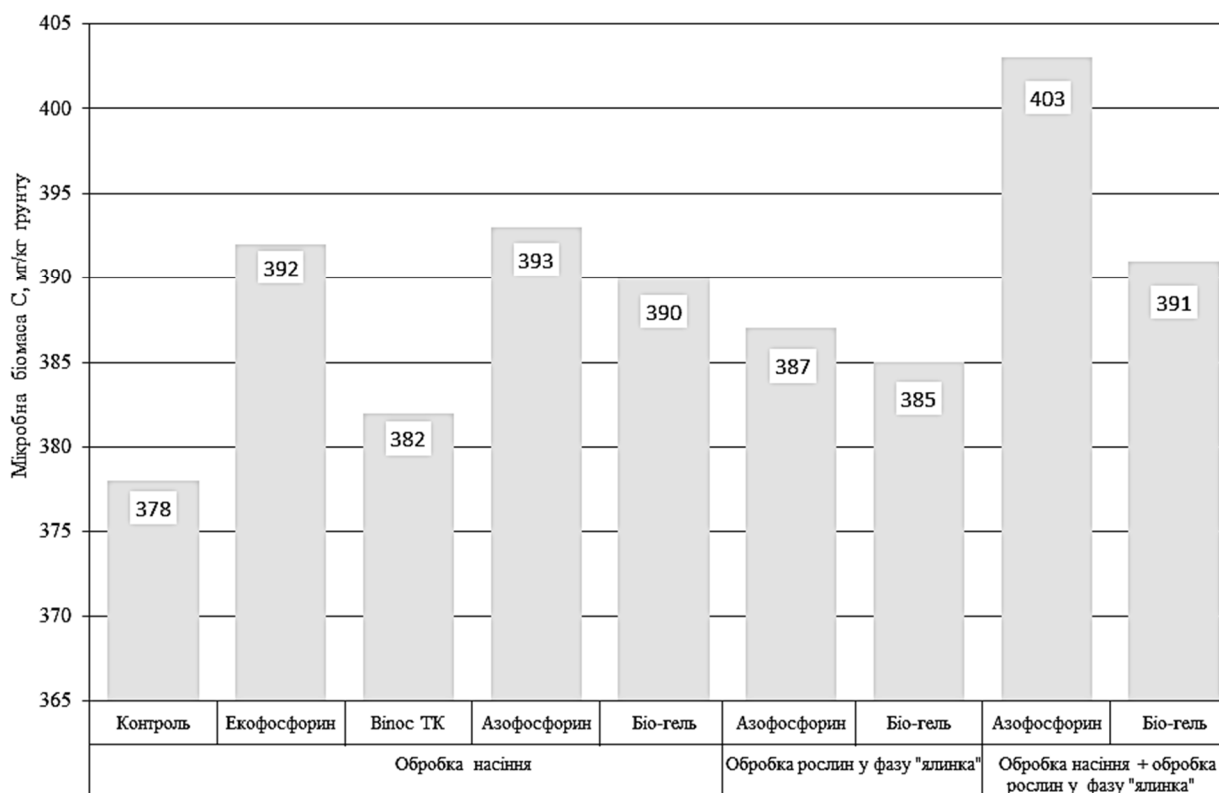


Рис. 2. Вплив біологічних препаратів за вирощування льону олійного на ґрунтову мікробну біомасу (C_{biom}), мг/кг.

ді встановлено найвищий показник ґрунтової мікробної біомаси — 403 мг/кг. Біо-гель, як органічне добриво мав менш виражений вплив на активність ґрунтової біоти.

Висновки. Узагальнений аналіз результатів досліджень свідчить, що застосування мікробіологічних препаратів та штучного органічного добрива для обробки насіння пе-

ред посівом та для позакореневого підживлення за вирощування льону олійного сорту Віра позитивно впливає на врожайність, вміст олії в насінні та вихід жиру. Найвищу врожайність (0,99 т/га) та найбільший вихід жиру (428 кг/га) забезпечує обробка насіння перед сівбою препаратом Біо-гель 1,5 л/га. Найвищу олійність продукції отримано за обробки рослин препаратом Азофосфорин — 43,0 %. Застосування мікробіологічних препаратів Екофосфорин, Вінос ТК, Азофосфорин для обробки насіння сприяє достовірному зростанню урожайності на 0,08–0,22 т/га та виходу олії на 11,1–12,9 %. Отже, такий маловитратний та технологічний захід, як обробка насіння та посівів мікробіологічними препаратами, є ефективним елементом технології вирощування льону олійного. Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні ефективності біологічних препаратів за різних систем мінерального живлення та визначенні складу мікробіоти ризосфери рослин льону олійного.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Довгаль О. В. Стан і перспективи розвитку олійно-продуктового підкомплексу АПК України. *Український журнал прикладної економіки*. 2020. Т. 5. № 1. С. 359–370. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2020-1-42>
2. Петрова О. О. Диверсифікація олійного бізнесу та розвиток виробництва нетрадиційних олій на Херсонщині. *Агросвіт*. 2020. № 21. С. 41–48. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.21.41>
3. Думич В. В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технології вирощування льону олійного. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2019. Вип. 24 (38). С. 296–301. [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24\(38\)-31](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-31)
4. Мельник С. І., Жилкін В. А., Гаврилюк М. М., Сніговий В. С., Лісовий М. М., Дишлюк В. Є., ... Пилипченко А. В. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ, 2007. 52 с.
5. Коновалова В. М., Сябрук Т. А., Коновалов В. О., Тищенко А. В. Використання мікробіологічних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема льону олійного. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С. 175–

179. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.34>
6. Basak B. B., Jat R. S., Gajbhiye N. A., Saha A., Manivel P. Organic nutrient management through manures, microbes and biodynamic preparation improves yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata*), and soil properties. *Journal of Plant Nutrition*. 2020. № 43 (4). P. 548–562. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1685100>
7. Махова Т. В., Поляков О. І. Оптимизация выращивания льна масличного пищевого направления в условиях Степи Украины. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. № 4. С. 98–101.
8. Рудік О. Л. Наукові основи формування технології вирощування льону олійного в умовах Півдня України: монографія. Херсон : Айлант, 2018. 188 с.
9. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Дорога Г. М., Беген Л. Л., Тимчишин О. Ф., Тимків М. Ю. Особливості формування ефективних агроценозів льону олійного за органічного виробництва. *Вісник аграрної науки*. 2021. Вип. 99 (6). С. 34–41. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk2021-06-04>
10. Кожушко М., Сало Я., Думіч В., Куліш О., Шмерко О. Ефективність застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільгоспкультур у Західному регіоні України. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 5. С. 37–42.
11. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М., Токмакова Л. М., Копилов Є. П., Козар С. Ф. ... Халеп Ю. М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / За ред. В. В. Волкогона. К. : Аграрна наука, 2006. 312 с.
12. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження. Херсон : Гринь Д. С., 2014. 448 с.
13. Bloem J., Hopkins D. W., Benedetti A. Microbiological methods for assessing soil quality. Wallingford: CABI Publishing, 2005. 300 p. <https://doi.org/10.1079/9780851990989.0000>
14. Волкогон В. В., Дімова С. Б., Волкогон К. І., Борулько Р. О., Бердніков О. М. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 5. С. 25–28.
15. Городній М. М., Гонар О. М. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва. Київ : Арістей, 2006. 484 с.
16. Bargaz A., Lyamlouli K., Chtouki M., Zerroual Y., Dhiba D. Soil Microbial Resources for Improving Fertilizers Efficiency in an Integrated Plant Nutrient Management System. *Front. Microbiol.* 2018. Vol. 9. P. 1606. doi: 10.3389/fmicb.2018.01606

Отримано 05.08.2021

INFLUENCE OF BIOPREPARATIONS ON OIL FLAX PRODUCTIVITY UNDER CONDITIONS OF SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE

T. A. Siabruk¹, V. M. Konovalova¹, T. P. Levenets¹, O. L. Rudik²

¹Askania State Agricultural Experimental Station, Institute of Irrigated Agriculture, NAAS
e-mail: tanyasabruk82@ukr.net

²Kherson State Agrarian and Economic University
e-mail: oleksandr.rudik@gmail.com

Objective. To study the influence biopreparations, different in origin and mechanisms of action, on the yield and oil content in oil flax seeds under arid conditions against the background of artificial and natural moistening. **Methods.** Field, biochemical, calculation and statistical. **Results.** It has been found that in the conditions of natural moistening of the Southern Steppe of Ukraine, the use of such preparations as Azofosforin, Ekofosforin, Binoc TK and Bio-gel on oil flax crops, according to the recommendations for seed treatment and sowing in the “herringbone” phase, increases oil yield due to increase in seed yield and, in most cases, the oil content of the seeds. The efficiency of individual preparations was determined by the weather conditions of the growing season. The predominant effect of organic fertilizer Bio-gel on the yield was found, while microbial preparations had a positive effect on both the yield and oil content in flax seeds. The use of Ekofosforin and Binoc TK for seed inoculation increases yields by 0.22 and 0.11 t/ha, and oil content — by 0.5 and 0.4 percentage points, respectively. Double application of the Azofosforin increases the conditional fat yield by 31 % via increasing seed yield by 0.11 t/ha. The use of microbiological preparations and organic fertilizers for seed treatment before sowing and for foliar fertilization in the cultivation of oil flax of Vira variety has a positive effect on yield, oil content in seeds, which increases fat yield by 11.0–57.9 %. **Conclusion.** The use of biopreparations in the technology of growing oil flax is a basic element of obtaining products for food and medical use. The highest yield (0.99 t/ha) and the highest fat yield (428 kg/ha) in the experiment is provided by pre-sowing seed treatment with organic fertilizer Bio-gel at a dose of 1.5 L/ha. The highest oil content (43.0 %) is provided by foliar treatment of plants with Azofosforin. The use of microbiological preparations Ekofosforin, Binoc TK and Azofosforin for seed treatment increases the yield by 0.08–0.22 t/ha and oil yield by 11.1–12.9 %.

Key words: oil flax, inoculation, plant treatment, microbial preparations, organic fertilizers, yield, seed oil content.

REFERENCES

1. Dovgal, O. V. (2020). Stan i perspektyvy rozvytku oliino-produktovoho pidkompleksu APK Ukrainy [Status and prospects of development of the oil and food subcomplex of the agro-industrial complex of Ukraine]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky — Ukrainian Journal of Applied Economics*, 5, 359–370 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2020-1-42>

2. Petrova, O. O. (2020). Dyversyfikacija olijno biznesu ta rozvytok vyrobnyctva netradycijnyh olij na Hersonshhyni [Diversification of oil business and development of production of non-traditional oils in Kherson region]. *Agrosvit — Agroworld*, 21, 41–48 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.21.41>

3. Dumych, V. (2019). Doslidzhennia efektyvnosti zastosuvannia biopreparativ u tekhnologii vyroshchuvannia lonu oliinoho [Research of efficiency of application of biologicals in technology of cultivation of oil flax]. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy — Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture of Ukraine*, 24, 296–301 [in Ukrainian]. [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24\(38\)-31](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2019-1-24(38)-31)

4. Melnyk, S. I., Zhytkin, V. A., Havryliuk, M. M., Snihovyi, V. S., Lisovyi, M. M., Dyshliuk, V. Ye., ... Pylypchenko, A. V. (2007). *Rekomendatsii z efektyvnoho zastosuvannia mikrobykh preparativ u tekhnologiiakh vyroshchuvannia silsko-*

hospodarskykh kultur [Recommendations for the effective use of microbial drugs in crop production technologies]. Kiev [in Ukrainian].

5. Konovalova, V. M., Syabruk, T. A., Kononov, V. O., & Tyshchenko, A. V. (2020). *Vykorystannia mikrobiolohichnykh preparativ pry vyroshchuvanni silskohospodarskykh kultur, zokrema lonu oliinoho* [The use of microbiological preparations in the cultivation of crops, in particular oil flax]. *Zroshuvane zemlerobstvo — Irrigation agriculture*, 73, 175–179 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.34>

6. Basak, B. B., Jat, R. S., Gajbhiye, N. A., Saha, A., & Manivel, P. (2020). Organic nutrient management through manures, microbes and biodynamic preparation improves yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata*), and soil properties. *Journal of Plant Nutrition*, 43, 548–562. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1685100>

7. Makhova, T. V., Polyakov, O. I. (2015). Optimizatsiya vyrashchivaniya l'na maslichnogo pishchevogo napravleniya v usloviyakh Stepi Ukrainy [Optimization of oilseed flax cultivation in the conditions of the Steppes of Ukraine]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii — Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 4, 98–101 [in Russian].

8. Rudik, O. L. (2018). *Naukovi osnovy formuvannia tekhnolohii vyroshchuvannia lonu oliinoho v umovakh Pivdnia Ukrainy* [Scientific bases of formation of technology of cultivation of oil flax in the conditions of the South of Ukraine]. Kherson: Ajlant [in Ukrainian].

9. Shuvar, A. M., Rudavska, N. M., Dorota, H. M., Behen, L. L., Tymchyshyn, O. F., & Tymkiv, M. Yu. (2021). Osoblyvosti formuvannia efektyvnykh ahrotsenoziv lonu oliinoho za orhanichnoho vyrobnytstva [Features of formation of effective agrocenoses of oil flax in organic production]. *Visnyk ahraryoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 99, 34–41 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202106-04>

10. Kozhushko, M., Salo, Ya., Dumich, V., Kulish, O., & Shmerko, O. (2016). Efektyvnist zastosuvannia biopreparativ u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silhospkultur u Zakhidnomu rehioni Ukrainy [Efficiency of application of biologicals in technologies of cultivation of agricultural crops in the Western region of Ukraine]. *Tekhnika i tekhnolohii APK — Machinery and technology of agro-industrial complex*, 5, 37–42 [in Ukrainian].

11. Volkohon, V. V. (Ed.), Nadkernychna, O. V., Kovalevska, T. M., Tokmakova, L. M., Kopylov, Ye. P., Kozar, S. F. ... Khalep, Yu. M. (2006). *Mikrobnii preparaty u zemlerobstvi. Teoriya i praktyka*. [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice.] Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

12. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu* [Methods of field experiment]. Kherson: Grin D. S. [in Ukrainian].

13. Bloem, J., Hopkins, D. W., & Benedetti, A. (2005) *Microbiological methods for assessing soil quality*. Wallingford: CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851990989.0000>

14. Volkohon, V. V., Dimova, S. B., Volkohon, K. I., Borulko, R. O., & Berdnikov, O. M. (2010). Vplyv mikrobnnykh preparativ na zasvoiennia kulturnymy roslynamy pozhyvnykh rehovyn [Influence of microbial preparations on assimilation of nutrients by cultivated plants]. *Visnyk ahraryoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 5, 25–28 [in Ukrainian].

15. Gorodnij, M. M., Gonar, O. M. (2006) *Prykladna biokhimiia ta upravlinnia yakistiu produktsii roslynyntstva* [Applied biochemistry and crop quality management]. Kyiv. Aristej [in Ukrainian].

16. Bargaz, A., Lyamlouli, K., Chtouki, M., Zerroual, Y. & Dhiba, D. (2018). Soil Microbial Resources for Improving Fertilizers Efficiency in an Integrated Plant Nutrient Management System. *Front. Microbiol*, 9, 1606. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01606>

Received 05.08.2021