

УДК 631.8:633.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.10>

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Рудік О.Л. – д.с.-з.н.,

професор кафедри польових та овочевих культур,

Одеський державний аграрний університет

Лотоцький О.В. – аспірант, асистент кафедри польових та овочевих культур,

Одеський державний аграрний університет

Сучасні методи господарської діяльності передбачають використання новітніх заходів агровиробництва, які, окрім забезпечення відповідного рівня продуктивності, сприяють зниженню негативного антропогенного впливу на агроценози, оптимізують витрат енергії та сировинних ресурсів. Таким є запровадження сучасних елементів біологізації, які активізують природні механізми збалансованого функціонування біоценозів.

Метою статті є аналіз досвіду застосування біологічних препаратів у сучасному виробництві польових культур на прикладі льону олійного та оцінка перспектив запровадження біологічних елементів технології при його вирощуванні в посушливих умовах Півдня України.

Методи. Під час збору та аналізу доступної наукової інформації були задіяні загальнонаукові методи такі як аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, порівняння. Окремі питання викладені на основі експертної оцінки фахівців та аналітичних груп.

Ретроспективний аналіз наукових досліджень в різних ґрунтово-кліматичних зонах, підтверджує високу ефективність сучасних біологічних препаратів при застосуванні в технології вирощування льону олійного. Вони сприяють активізації процесів росту і розвитку рослин, підвищують їх стійкість до несприятливих факторів, а також позитивно впливають на врожайність та якість насіння. Водночас їх застосування має специфічні особливості, перш за все, у посушливих умовах Півдня України, а наукова інформація з цього питання залишається обмеженою. Отримання насіння льону як продукту органічного виробництва, біологізація технологій вирощування культури є актуальним і перспективним напрямком, який потребує додаткового наукового обґрунтування.

Висновки. Використання біологічних препаратів у системі живлення, захисту, управління ростовими процесами льону олійного є беззаперечно перспективним напрямком аграрної науки з позицій економії, раціонального використання ресурсів, екології та виробництва органічного продукту. Аграрна мікробіологія пропонує великий перелік різних за спектром дії біологічних препаратів для різноспрямованого застосування на багатьох культурах. Спеціальних досліджень їх ефективності на культурі льону, особливо в зонах його переважного вирощування, безумовно є недостатньо. Зона Південного Степу України за умовами зволоження є специфічною для застосування препаратів на основі живих організмів, що ускладняється змінами клімату.

Ключові слова: асоціативна азот-фіксація, бактерії фосфат-мобілізатори, мікориза, триходерма, гумати, органічне виробництво.

Rudik O.L., Lototskiy O.V. Prospects for the use of biological preparations in the technology of growing oily flax

Scientific research on the problem of optimizing the nutrition of oily flax by introducing into production biological preparations of various nutritional effects, in modern conditions, has a key role in the development of flax growing in Ukraine.

Purpose. The work is the analysis of modern field research in different agroclimatic zones of Ukraine, on the use of nitrogen-fixing bacteria, phosphate-mobilizers, mycological preparations and humates as elements of fertilizer and elements of biologization of the technology of growing oil-based flax. **Methods.** This goal was achieved by collecting and analyzing the scientific works of leading scientists of Ukraine in the field of flax growing and plant nutrition and protection with the help of microbiota. **Research results.** Flax belongs to crops of an intensive type of

cultivation, as it requires a significant amount of macro-elements for the formation of a unit of harvest and the corresponding amount of by-products. The use of biological preparations is not yet able to completely replace mineral nutrition, but it is able to significantly improve the general background of field fertility and is very promising. The results highlighted in the studied scientific literature indicate that the use of microorganisms in the cultivation of linseed can significantly increase the yield of an important oil crop. Conclusions. The use of biological preparations in the flax nutrition system is undoubtedly a promising direction of agricultural science both from the point of view of saving on fertilizers and from the point of view of the production of an organic product. An interesting direction is also the determination of the impact of biological preparations on the quantitative and qualitative composition of linseed oil, i.e. the yield of oil per hectare and the percentage of polyunsaturated fats, such as oleic acid, in such oil. And also indicators such as iodine number. The field of agricultural microbiology is moving forward with great strides, field studies are being conducted to study microbial preparations on various crops. However, there are not many such studies on flax culture. Especially in the Southern Steppe zone of Ukraine. In the zone with the most extreme conditions for growing field crops, due to the lack of precipitation. Climate change is worsening the situation. Global warming has not only reduced rainfall in recent years in the Southern Steppe, but also made it extremely uneven. Periods of several months with no productive precipitation at all and then the loss of the monthly norm in one day are not uncommon phenomena.

Key words: *associative nitrogen fixation, phosphate-mobilizing bacteria, mycorrhiza, trichoderma, humates, organic production.*

Постановка проблеми. Льон олійний є надзвичайно перспективною для аграрних виробників України олійною культурою. Останні роки формуються високі попит та ціни Світового ринку на насіння та продукти із льону. Спостерігається зростання пріоритетності продуктів здорового харчування, споживання корисніших для фізіології людини рослинних олій порівняно із продуктами традиційних культур таких, як соняшник, ріпак та соя [1, с. 1; 2, с. 2]. Його вирощування набуває двох все більше виокремлених напрямків: технічного використання та медично-харчового застосування, що потребує зміни агрономічних підходів та елементів технології спрямованих на отримання продукції визначених показників якості [3, с. 41].

Через логістику експорту, після повномасштабного вторгнення країни агресора, зацікавленість агровиробників що до льону олійного значно зросла. За даними державної служби статистики у 2024 році площі посіву льону олійного сягнули 53,5 тис. га. У порівнянні із п'ятирічним довоєнним періодом 27,6 тис. га. [4].

До переліку причин зростання популярності льону олійного можна також віднести: появу нових високоврожайних сортів, розвитком та запровадженням інтенсивних технології вирощування культури, що базується на належному використанні системи захисту та удобрення із використанням сучасних інноваційних препаратів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Через постійне здорожчання засобів інтенсифікації, агровиробники постійно шукають альтернативи «традиційним» добривам, аби стабілізувати родючість ґрунту та покращити економіку свого виробництва.

Такі ефективні елементи технології як препарати симбіотичної азот-фіксації уже стали традиційними при вирощуванні бобових культур [5, с. 65; 6, с. 146]. Більш широким може стати застосування біологічних препаратів асоціативної взаємодії, однак тут перед наукою залишається чимало не вирішених завдань щодо їх використання [5, с. 64]. Те ж саме стосується і питань пов'язаних із мобілізацією нерозчинних фосфатів ґрунту [7, с. 4952].

Тому однією із альтернатив внесенню мінеральних добрив на посівах льону олійного є використання біопрепаратів на основі бактерій асоціативної азот-фіксації та фосфат-мобілізації.

Перспективним напрямком розвитку технології також є використання сучасних орґано-мінеральних препаратів які проявляють багатофункціональний вплив на рослини, регулюючи ростові процеси, підвищуючи стійкість до несприятливих факторів середовища та уражень хворобами. Натепер до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні включені біологічні фунгіциди, інсектициди та акарициди, інокулянти, декструктори рослинних решток, стимулятори росту а також добрива бактеріального, грибного та вірусного походження. Їх нараховується понад п'ятсот найменувань [8]. Проте далеко не всі з них набули поширення пройшовши шлях успішного виробничого випробування, що потребує їх результативності у конкретних технологіях, оскільки лабораторні випробування проведені в «ідеальних» умовах, не здатні врахувати всі ризики при вирощуванні культури, насамперед це стосується температурного режиму та вологості ґрунту, які в реальних польових умовах значно відрізняються від лабораторних.

Застосування сучасних інноваційних препаратів у виробництві льону може покращувати економіку виробництва культури не лише завдяки заощадженні на добривах, шляхом більш ефективного їх використання чи зменшення норми, а й за рахунок підвищення ціни на продукцію, якщо така є органічною.

Численні польові дослідження на таких культурах, як пшениця, соняшник, кукурудза, ріпак, льон показують, що використання препаратів азот-фіксації та фосфат-мобілізації дозволяє збільшити урожайність співставну додатковому внесенню від 10 до 30 кг/га азоту та від 5 до 20 кг/га фосфору [9, с. 135; 10, с. 118; 11, с. 55; 12, с. 404; 13, с. 437; 15, с. 362].

В свою чергу мікоризо-утворюючі препарати мікологічного походження, що містять штами грибів *Tuber melanosporum*, *Glomus intraradices*, *Glomus luteum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus claroideum* та препарати роду грибів Триходерма (*Trichoderma*) збільшують асиміляційну площу кореневої системи рослини та виступають антагоністами інших шкідливих грибів що викликають захворювання. Таким чином вони покращують умови вегетації культури, що не може не вплинути на урожайність [14; 15, с. 362].

Важливий сегмент агрозасобів займають гумати, особливо ті, що вироблені із вермикомпосту. Адже окрім гумінових і фульво-кислот, мікроелементів вони, у своєму складі, містять чимало фітогормонів: ауксини, гібереліни, цитокініни, що вступають в широкий спектр реакцій, що відбуваються в рослинах, завдяки чому позитивно впливають на її ростові процеси, про що свідчать дослідження [16, с. 56; 17, с. 54; 18, с. 77].

Нині аграрії успішно використовують біологічні інсектициди та фунгіциди на посівах пшениці, кукурудзи, картоплі, ріпаку [19, с. 297; 20, с. 109; 21, с. 120]. Повноцінне використання біологічної системи живлення і захисту від шкідників та хвороб є реальним великим кроком переходу до органічного виробництва. І хоча останній рубіж, у вигляді біо-гербіцидів, на шляху до повної біологізації виробництва сільськогосподарських культур, у тому числі і льону, ще не подолано, розробки і в цьому напрямі активно ведуться [22, с. 18].

Екстраполяція таких успішних результатів на провідних культурах свідчить про необхідність пошуку, шляхом польових досліджень, тих штамів мікроорґанізмів, застосування яких в умовах Південного Степу України дозволяє значно

поліпшити живлення нішевих культур, як наприклад льон олійний, щоб оптимізувати витрати, поліпшити собівартість та зменшити негативний вплив виробництва на агроєкосистеми.

Метою статті є аналіз досвіду застосування біологічних препаратів у сучасному виробництві польових культур на прикладі льону олійного та оцінка перспектив запровадження біологічних елементів технології при його вирощуванні в посушливих умовах Півдня України.

Результати дослідження. Ключове завдання щодо біологізації аграрного виробництва успішно реалізується в останні роки вченими у різних ґрунтово-кліматичних та виробничих умовах України. Польові дослідження присвячені вивченню впливу біопрепаратів на живлення льону, активно проводилися в зонах традиційного льонарства – в зонах достатнього та нестійкого зволоження України. Так на сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах застосування мікробного препарату поліміксобактерин у технології вирощування льону-довгунця в умовах Полісся виявилось ефективним засобом оптимізації фосфорного живлення рослин, підвищення врожайності соломи та насіння. Його застосування збільшило урожай соломи на 37% порівняно із контролем, а урожайність насіння на 27%. Позитивний ефект встановлено від поєднання біопрепарату із мінеральними добривами. На фоні сумісного застосування $N_{30}P_{60}K_{90}$ + Поліміксобактерин приріст урожаю соломи склав 56% а насіння 43% [23, с. 130]. Зростання урожайності насіння було зумовлене збільшенням кількості коробочок на одній рослині та кількості насінин в одній коробочці. Так, на варіанті із обробкою насіння біологічним препаратом без внесення добрив середня кількість коробочок з однієї рослини зросла на 10,7%. Збільшилася кількість насіння у одній коробочці, до 6,2 штук або на 8,7%. На фоні сумісного застосування норми добрив $N_{30}P_{60}K_{90}$ та препарату приріст кількості коробочок склав 57%, а середньої кількості насінин в коробочці 31,5% [23, с. 129]. Високу результативність зумовлювало достатнє зволоження, що сприяло не тільки повнішому засвоєнню мінеральних добрив але й високій біологічній активності ґрунту.

В умовах Західного Лісостепу України на дерново-глибоко-карбонатних легкосуглинкових ґрунтах одноразове внесення біостимулятора росту Азотофіт-р у нормі 0,1 л/га у баковій суміші із гербіцидом по вегетації культури, забезпечувало приріст насіння льону олійного порівняно із контролем на 10,8%. На варіанті із внесенням бакової суміші Азотофіт-р 0,1 л/га та біоінсектицидом Бітоксисабацилін 10 л/га урожайність культури склала 14,1 ц/га а приріст, порівняно з контролем, склав 17,5%. Внесення біопрепаратів сприяло збільшенню індивідуальної продуктивності – маси тисячі насінин, кількості коробочок на рослині та кількості насінин у коробочці. На варіанті застосування стимулятора росту Азотофіт-р висота рослин зростала на 7% а при сумісному застосуванні із Бітоксисабациліном на 10% [19, с. 297].

Дослідники Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу встановили позитивний вплив мікологічних препаратів: Мікоаплай на основі асоціації ендомікоризних грибів *Glomus intraradices*, *Glomus luteum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus claroideum*, і препарату Триховерин на основі штаму грибу *Trichoderma viride*, та препарату із групи гуматів Рокогумін на продуктивність льону олійного [24, с. 39]. Використання для обробки насіння препарату Мікоаплай (40 г/т) забезпечило приривку урожаю на 5,2%, Триховерин (1,5 л/т) на 3,1%, а Рокогумін (2 л/т) на 8,8%. Водночас дворазове застосування препарату Рокогумін при обробці насіння із нормою

2 л/т та позакореневе підживлення у фазі «ялинки» нормою 4 л/га збільшило урожай насіння на 12,1% та соломи на 15,8%. Встановлено збільшення кількості коробочок на рослині відповідно на 12% при одноразовому внесенні та 22,5% при дворазовому застосуванні. Проте дослідниками не встановлено впливу на такі показники як висота рослин, маса тисячі насінин та олійність. Слід зазначити, що варіант із внесенням мінеральних добрив нормою $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечив найвищий вихід олії 0,76 т/га, та різке підвищення виробничих витрат.

В умовах Західного Лісостепу, при вирощуванні льону олійного на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті, обробка насіння стимулятором росту Вітазим та мікродобривом зі стимулюючою дією Спектрум Аскостарт підвищила польову схожість на 4,5-5,3% та подовжувала тривалість фаз «ялінка» та бутонізація. Таке їх застосування мало переваги щодо обробки рослин у фазу «ялінка», де урожайність була на 0,08 та 0,03 т/га вищою. Зміна урожайності відбувалась переважно за рахунок збільшення середньої кількості коробочок із однієї рослини на 3,6-5,1 шт, тоді як маса тисячі насінин змінювалась у межах похибки [25, с. 187]. Дослідники встановили пригнічення розвитку антракнозу при використанні препаратів Вітазим (1,0 л/т+1,0 л/га); Еколайн Бром Преміум (1,0 л/га); Еколайн універсальний Ріст Аміно (2,0 л/га); Спектрум Аскостарт (4,0 л/т), а технічна ефективність їх використання складала 31,3-41,0%. Обробка посівів льону олійного сорту Водограй у фазу «ялінка» комплексними добривами забезпечувала підвищення урожайності на 6,8-7,8%.

Позитивний вплив біопрепаратів на продуктивність льону низького встановлений також в більш посушливих умовах, у зоні Південного Степу України. Зокрема застосування препаратів Екофосфорин та Азофосфорин, які містять, у різних комбінаціях штами асоціативних азот-фіксуєючих бактерій *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter vinelandii* та *Agrobacterium radiobacter*, та штама фосфат-мобілізуєючих ґрунтових бактерій *Bacillus megaterium*, виявило їх ріст-стимулюєючу дію та позитивний вплив на урожайність [26, с. 64]. Обробка Азофосфорином насіння не тільки збільшила урожайність насіння на 12,5% а й підвищила вміст олії на 0,4 пункти. Позитивний вплив встановлено дослідниками також за обробки вегетуючих рослин. Олійність насіння порівняно з контролем зростала на 1,3 пункти а урожайність на 9,3% до 0,7 т/га. Вагоміших результатів вдалося досягнути при системному застосуванні Азофосфोरину шляхом обробки насіння із розрахунку 100 мл/га та обробки фоліарно у фазу «ялінка» нормою 1 л/га. Дворазове застосування підвищило урожайність насіння до 0,85 т/га, однак не мало істотного впливу на олійність насіння. В цьому дослідженні застосування Екофосфोरину для передпосівної обробки насіння забезпечувало підвищення урожайності на 34,3% та збільшення олійності на 0,5 пункти. Водночас застосування комплексного органіко-біологічного препарату Біо-гель для передпосівної обробки насіння підвищило урожайність до 0,99 т/га, що становить 55%. Олійність при цьому зроста на 0,8 пункти. Варіанти листового підживлення у фазу ялинки а також обробка насіння + фоліарне внесення, забезпечивши приріст урожаю 42% і 47% відповідно, не позначились на олійності насіння. На думку дослідників таке підвищення врожайності зумовлено покращенням як азотного так і фосфорного живлення рослин, та посиленням біологічної активності ґрунту.

В умовах Південного Степу України на чорноземах звичайних, дослідники Заєць С.О., Мельник М.А., вивчали вплив біопрепаратів асоціативної азотфіксації, фосфат-мобілізації та фунгіцидно-інсектицидної дії на сорти льону олійного Орфей і Живинка. Обробка насіння та внесення у фазу «ялинки» препарату Екофосфорин забезпечило збільшення урожайності сорту Орфей на 12%, а сорту

Живинка на 14%. Дворазове застосування Екофосфорину + інсекто-фунгіциду Біоспектр забезпечувало підвищення урожайності сортів відповідно на 16% та 19%. Дослідження демонструє наявність сортових особливостей реакції льону олійного на використання біопрепаратів у системі живлення культури [27, с. 37].

У більшості господарств технологія вирощування льону олійного забезпечується за залишковим принципом, тоді як його урожайність за дотриманих інтенсивних технологій підвищується у двічі і більше, перш за все при забезпеченні йому належної системи живлення [28].

Аналіз наявних наукових джерел свідчить, що в умовах високих та стабільно зростаючих цін на мінеральні добрива існує потреба пошуку альтернативних заходів, насамперед активізація природних ґрунтових процесів. Таким є рух до широкого застосування у виробництві мікробних препаратів: асоціативної азотфіксації та фосфат-мобілізації для поліпшення живлення; мікологічних препаратів на основі грибів роду Триходерма та енто-мікоризоутворюючих грибів що здатні збільшувати асиміляційну поверхню кореневої системи покращувати живлення рослини; препарати із групи гуматів, що здійснюють ріст-стимулюючий вплив. Культура льону олійного та технологія його вирощування, особливо харчового призначення, є сприятливою для запровадження зазначених елементів біологізації. Велика кількість таких препаратів, широкий спектр їх впливу та строкатість господарських умов потребують їх глибокого дослідження. Така наукова робота проводиться в Одеському державному аграрному університеті із використанням вітчизняної методики [29 с. 393; 30 с. 10, 57]. Здійснені нами у лабораторії рослинної діагностики і насінневої експертизи попередні дослідження продемонстрували позитивний вплив біологічних препаратів у ювенільний період онтогенезу. Важливо, що обробка насіння льону гірших посівних якостей мала більш виражений вплив на схожість, тоді як їх застосування на насінні високих посівних кондицій була менш вираженою та мала істотніший вплив на енергію проростання. Такі результати свідчать про доцільність перенесення таких досліджень у польові умови та можливість коригування посівних якостей насіння шляхом застосування біологічних засобів.

Польові випробування біологічних препаратів різного складу та прояву впливу проводяться на науковій базі Хлібодарської ДСДС Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в межах органічної сівозміни.

Висновки. Наукові дослідження проведені у різних ґрунтово-кліматичних умовах свідчать про високу ефективність застосування сучасних препаратів біологічного походження при вирощуванні польових культур та льону олійного. Вони проявляють позитивний вплив на процеси росту, розвитку, підвищують стійкість рослин до екстремальних факторів та позитивно впливають на урожайність та якість насіння. Проте застосування таких препаратів в посушливих умовах Півдня України має значні відмінності, а наукової інформації що до їх використання у літературі є вкрай мало. Оскільки насіння льону є цінним органічним продуктом, напрямок біологізації технології вирощування льону олійного є актуальним та має велику перспективу, потребуючи відповідного наукового забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Zhen Xing, Tang. Flaxseed oil: extraction, health benefits and products. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods. 2021. No 13(1). P. 1–19.
2. Stavropoulos P., Mavroeidis A., Papadopoulou G., Roussis I., Bilalis D., Kakabouki I. On the Path towards a “Greener” EU: A Mini Review on Flax (*Linum usitatissimum* L.) as a Case Study. *Plants*. 2023. No 12. P. 1–13.

3. Gorach O. O. Current state of production and prospects of the use of oily flax in the food industry. Intellectual and technological potential of the XXI century. Monograph. 2023. No 1. P. 41–59.
 4. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 12.10.2024).
 5. Моргун В.В., Коць С.Я. Роль біологічного азоту в азотному живленні рослин. Вісник НАН України. 2018. No 1. С. 62–74.
 6. Слободянюк С.В. Особливості формування продуктивності сочевиці залежно від інокуляції та позакореневого підживлення в умовах Лісостепу України: дис. д-ра філософії. Київ. 2021. 195 с.
 7. 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.* 2005. No 71. P. 4951–1959.
 8. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepz.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnuj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenyh-do-vukorystannya-v-ukrayini/> (дата звернення 22.01.2025).
 9. Шевченко Н.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу Правобережного: дис. к-та с.г. наук. Кам'янець-Подільський, 2018. 209 с.
 10. Степ'як Т.І. Фосформобілізуючі бактерії та їх роль у формуванні врожайності ріпаку озимого. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2010. No 52. С. 114–120.
 11. Чайковська Л.О. Ефективність поєднаного використання біопрепаратів на основі фосфатмобілізуючих бактерій та мінеральних добрив при вирощуванні зернових на Півдні України. Сільськогосподарська мікробіологія. 2011. No 13. С. 52–58.
 12. Bharat Bhanwariya, Manohar Ram, Narendra Kumawat, Rakesh Kumar. Influence of fertilizer levels and biofertilizers on growth and yield of linseed (*Linum usitatissimum* L.) under rainfed condition of South Gujarat. *Journal Madras Agric.* 2013. No 100 (4-6). P. 403–406.
 13. Subhash Reddy R., Triveni S., Damodara chari K. Biofertilizers for sustainable production in oil seed crops. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences.* 2016. No 3(6). P. 435–441.
 14. Мікориза у боротьбі з ґрунтовими бактеріозами і гнилями. СуперАгроном. URL: <https://superagronom.com/articles/391-mikoriza-u-borotbi-z-gruntovimi-bakteriozami-i-gnilyami/> (дата звернення 12.01.2025).
 15. Parameswari K., Hemalatha M., Kishori B. Isolation, screening, and molecular characterization of plant growth promoting rhizobacteria isolates of *Azotobacter* and *Trichoderma* and their beneficial activities. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine.* 2015. No 6. P. 360–363.
 16. Hashimova A. Impact of biohumus and manure on the economic efficiency of winter wheat in the production of ecologically pure products. *Transactions of the Institute of Molecular Biology & Biotechnologies, MSE AR.* 2024. vol. 8. No 1. P. 55–59.
 17. Євтушенко О.Т., Скок С.В. Вплив рістрегулюючих препаратів на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2023. No 1 (51). С. 53–63.
 18. Терновий Ю.В., Городиська І.М., Ліщук А.М., Драга М.В., Вдовиченко А.В. Вплив біологічних препаратів на урожайність та посівні якості гороху посівного за органічного насінництва. *Агроекологічний журнал.* 2021. No 3. С. 72–81.
 19. Думич В. Дослідження ефективності застосування біопрепаратів у технології вирощування льону олійного / В. Думич// *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Випуск 24 (38). Дослідницьке, 2019. С. 296–301.*
-

20. Терновий Ю.В., Теличко Л.П. Біологічні препарати, як елемент екологічно безпечної технології вирощування кукурудзи цукрової. Збалансоване природоко-ристування. 2020. № 1. С. 108–114.
 21. Шита О.В., Екологічне обґрунтування захисту картоплі (*Solanum tuberosum* L.) від шкідливих організмів у Лісостепу України: дис. к-та с.г. наук. Київ, 2021. 194 с.
 22. Сторчоус І. Біологічний метод контролю бур'янів – зарубіжний та вітчизняний досвід. Пропозиція. 2017. Спецвипуск. С. 16–20.
 23. В'юнцов С. М. Формування продуктивності льону-довгунця залежно від застосування мікробного препарату Поліміксобактерин. Рослинництво, плодоовочівництво та кормовиробництво: Вісник ЖНАЕУ. Випуск 1 (53). Житомир. 2016. С. 125–131.
 24. Шувар А. М., Рудавська 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.
 25. Шувар А., Сало Я. Застосування комплексних мікродобрих та біопрепаратів за органічного виробництва льону олійного. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2021. № 29(43). С. 184–194.
 26. 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. Вип. 34. Херсон. 2021. С. 61–68.
 27. Засць С.О., Мельник М.А. Врожайність льону олійного залежно від агрометеорологічних умов року та застосування мікробіологічних препаратів. Аграрні інновації. 2024. № 26. С. 34–40.
 28. Технологія вирощування органічного льону. СуперАгроном. 2020. URL: <https://superagronom.com/cards/tehnologiya-viroshchuvannya-organichnogo-lonu-z-dosvidu-svarog-vest-grup-id18452>.
 29. Лотоцький О.В., Куліджанов Е.В. Вплив біо-препаратів на енергію проростання та схожість насіння льону-олійного. Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців «Актуальні аспекти розвитку науки і освіти». Одеса. 2024. С. 392–394.
 30. Держспоживстандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. ДСТУ 4138-2002. Київ. 2003. 170 с.
-