

## ПАТОГЕННИЙ МІКОБІОМ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗЕРНА СОЇ (*GLYCINE MAX* MOENCH) ЗА ВИРОЩУВАННЯ В ОРГАНІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Л.В. Гаврилюк<sup>1</sup>, О.О. Кічігіна<sup>1</sup>, І.В. Безноско<sup>1</sup>, І.С. Власенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: [gavriluklilia410@gmail.com](mailto:gavriluklilia410@gmail.com); ORCID: 0000-0001-6901-0766

e-mail: [ol\\_ki@ukr.net](mailto:ol_ki@ukr.net); ORCID: 0000-0003-0879-627X

e-mail: [beznoskoirina@gmail.com](mailto:beznoskoirina@gmail.com); ORCID: 0000-0002-2217-5165

<sup>2</sup> Національна академія аграрних наук України (м. Київ, Україна)

e-mail: [innav\\_s@ukr.net](mailto:innav_s@ukr.net); ORCID: 0000-0001-6120-649X

Для забезпечення біологічної безпеки в агроценозах постійно зберігає актуальність дослідження механізмів впливу біологічних препаратів на насіння сільськогосподарських культур із метою регулювання чисельності фітопатогенних мікроміцетів. Визначено контамінацію мікроміцетами насіння сої сортів Сузір'я та Кент, вирощених в органічних технологіях за використання біологічного препарату Філазоніт. Виявлено істотне пригнічення мікроміцетів на насінні сої сортів Сузір'я та Кент порівняно з контролем. Встановлено, що на утворення КУО мікроміцетів на насінні сої зазначених сортів впливають технологія вирощування насіння та погодні умови. Залежно від цих чинників, кількість КУО мікроміцетів на насінні сої досліджуваних сортів коливалась від 0,2 тис. КУО/г насіння до 1,5 тис. КУО/г насіння, що майже в 2,5 рази менше за кількість у контрольному зразку (від 0,8 тис. КУО/г до 2,7 тис. КУО/г насіння). Встановлено, що на насінні сої сортів Сузір'я та Кент домінують види фітопатогенних мікроміцетів, які належать до родів *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*. Вони є чинниками біологічного забруднення агрофітоценозів та зниження якості і безпечності вирощеної продукції. Визначено зміни якісних показників зерна досліджуваних сортів сої, вирощених в умовах органічного виробництва. Встановлено, що вміст білка та олії в зерні сортів Кент та Сузір'я в усіх варіантах застосування біологічного препарату Філазоніт перевищував нормативні показники, визначені в ДСТУ 4964:2008. Водночас показник масової частки вологи зерна не перевищував допустимих норм. Встановлено, що на біохімічний склад насіння сої мали вплив генотип сортів, погодні умови та технології вирощування. Залежно від цих чинників, вміст білка в зерні сої досліджуваних сортів становив від 37,5% до 41,11%, олії від 19,02% до 21,7%, а масової частки вологи від 8,8% до 11,4%.

**Ключові слова:** мікроміцети, агрофітоценози, біобезпека, токсичність, бобові, гідротермічні показники.

### ВСТУП

Застосування біопрепаратів є основою стратегічного еколого-біологічного заходу контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур за органічного вирощування. Адже в агроценозах сої (*Glycine max* Moench) відбувається накопичення інфекційного фону фітопатогенних мікроміцетів, які призводять до спалаху багатьох хвороб рослин (альтернаріоз, антракноз, фузаріоз, фітофтороз, церкоспороз) [1; 2].

Так, дія біологічних препаратів заснована на регуляції біотичних взаємовідносин в агроценозі, що дає змогу вирішити питання забезпечення збалансованого живлення рослин, стимулюють їх розвиток і сприяють підвищенню продуктивності, а також стійкість рослин до фітопатогенних мікроміцетів, формування конкурентних взаємин з аборигенними мікроорганізмами та індукування природної системної стійкості. Водночас обробка передпосівна насіння зумовлює до знезараження посівного матеріалу і захисту молодих рослин від різноманітних інфекцій. Відтак актуальним

є застосування корисних мікроорганізмів, що входять до складу біопрепаратів, які ефективно впливають на процеси функціонування агроecosystem [1; 3].

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Багато наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів [4; 5] мали на меті дослідити вміст білка, його поліморфізм, залежно від виду, різноманіття та умов вирощування бобових культур, які свідчать про те, що вміст білка в насінні істотно залежить від сорту, тобто знаходиться під генетичним контролем [4]. Більшість авторів вважають, що в періоди відносно низьких температур, білки в насінні бобових накопичуються в меншій кількості порівняно з періодами з більш високою температурою повітря [6]. Полив рослин також має великий вплив на якість насіння. Однак вчені не мають однозначної думки. Так, деякі вважають, що рясний полив сої призводить до зниження вмісту білка та до підвищення вмісту олії [7]. За даними ж О. Казанок [8], рясний полив сої зумовлює до зниження вмісту як білка, так і олії.

Оскільки соєві боби широко використовуються для харчування як в Україні, так і в усьому світі, розуміння впливу екологічних чинників на врожайність і якість зерна в різних кліматичних умовах є дуже важливим. Застосування інтенсивних агротехнологічних підходів призвело до погіршення екологічних умов вирощування багатьох культур, у т. ч. й сої та істотно змінило фітосанітарну ситуацію в агрофітоценозах. Антропогенні порушення природних екосистем призвели до зменшення ролі грибів у кругообігу основних біофільних елементів у глобальному масштабі [9].

Плісняві гриби є джерелом багатьох захворювань тварин і людини. У кормах і харчових продуктах виявлено близько 30 тис. видів пліснявих грибів, з яких понад 250 видів здатні виробляти небезпечні токсини та викликати отруєння тварин і людей [10]. Коли насіння сої заражене пліснявою, щороку втрачається значна кількість врожаю. Несвоєчасне збирання,

а також несвоєчасне сушіння за зберігання спричиняє розмноження фітопатогенних грибів та утворення отруйних речовин — мікотоксинів. Це зумовлює до псування кормів, погіршення органолептичних якостей, зниження поживності та непридатності насіння для технологічної переробки. У тваринництві використання кормів, уражених грибами, може спричинити хронічну токсичність, яка, своєю чергою, може призвести до загибелі худоби та птиці [11; 12]. Фітопатогенні мікроміцети можуть уражувати більшість кормових культур рослинного і тваринного походження. На рослинах сої часто одночасно паразитують декілька збудників хвороб, що знижує врожайність її насіння на 15–20% і більше, вміст білка на 4–18, жиру на 1,6–5,6%. Найчастіше корми можуть бути заражені такими родами, як *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Cladosporium* та іншими, але деякі види, такі як *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus amstelodami*, *Penicillium brevicaulis*, *Penicillium bicolor*, *Mucor racemosus*, *Rhizopus equinus*, *Rhizopus cohnii*, *Trichoderma lignorum*, можуть потрапляти в організм з їжею або з повітрям і проростати у внутрішніх органах тварин [13–15]. Такі хвороби, як фузаріоз, альтернаріоз, пероноспороз, аспергільозна роса, аспергільоз та ін. є токсиноутворювальними [16]. Вони значно знижують екологічну безпеку рослинної продукції. Серед токсинів, які продукують перелічені мікроміцети, особливо небезпечні: *Fusarium oxysporum* Schleht, *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *F. Sambucinum* Fuckvar. Minus Wr., *Alternaria alternata*, *Ascochyta sojaecola* Abr., *Cercospora sojae* Hara, *Septoria glycines* T. Hemmi., *Botrytis cinerea* Pers., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary., *Peronospora manshurica* Sydow. [17]. Крім того, зміна клімату та підвищення температури, особливо взимку, спричиняють розширення спектра фітопатогенів на територіях, де вони раніше не зустрічалися [18]. Відтак низка наукових досліджень спрямовані на дослідження зв'язків між ґрунтово-кліматичними умовами, технологічними прийомми, сортовими особливостями та ін.

чинниками вирощування сільськогосподарських культур для підвищення продуктивності і біологічної безпеки агроценозів [19–22].

**Мета досліджень:** регулювання чисельності колонієутворювальних одиниць фітопатогенних мікроміцетів у посівах різних сортів насіння сої за органічного вирощування.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали впродовж трьох років на дослідних полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН та у відділі агробіоресурсів та екологічно безпечних технологій Інституту агроєкології і природокористування НААН.

Об'єктом дослідження було насіння сої (*Glycine max* Moench) сортів: Сузір'я – селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» та Кент – селекції австрійського насінневого центру «Saatbaulinz». Відбір зразків насіння проводили у фазі дозрівання.

Як відомо, за органічного виробництва не дозволено використання мінеральних добрив та пестицидів. Тому альтернативою може бути використання технологій із біопрепаратами різної дії. Так, досліджувані сорти сої вирощували з використанням біопрепарату Філазоніт. Це біопрепарат комплексної дії на основі корисних ґрунтових бактерій (азотофіксувальні, фосфатомобілізувальні, целюлозоруйнівальні). Також до складу входять деякі природні вітаміни групи В, які знижують сприйнятливність рослин до захворювань та гормони гіберелін і ауксин, що прискорюють проростання насіння і ріст рослин. Антипатогенні бактерії запобігають і захищають рослини від грибкових захворювань, особливо *Fusarium oxysporum*, сприяють розвитку імунітету у рослин [23].

Для аналізування було відібрано чотири зразки по 50 насінин кожного досліджуваного сорту. Насіння промивали 30 хв у стерильній воді, незаражували

5 хв у 0,5% розчині перманганату калію та знову промивали стерильною дистильованою водою. Промите насіння поміщали на стерильний фільтрувальний папір та висушували у сушильній шафі за температури +30°C. Після чого подрібнювали за допомогою лабораторного млинка впродовж 1 хв і просіювали через сито діаметром 1 мм. Середню пробу масою 10 г перенесли в стерильні колби (3 повтори), додавали 90 мл стерильної дистильованої води і струшували колби впродовж 5 хв до отримання однорідної суспензії. Надалі 1 мл отриманої суспензії розсівали в стерильні чашки Петрі, в кожен з якої наливали по 10 мл середовища Чапека, перемішували та інкубували за температури +25°C упродовж 3 діб. Колонії підраховували на автоматичному лічильнику SCAN 4000 і висівали в пробірки для подальшої ідентифікації. Ідентифікацію ізолятів проводили на 15-ту добу за допомогою тринокулярного мікроскопа (DN-200 M). Середню кількість колоній грибів на 1 г сухого насіння визначали за формулою:

$$A = \frac{B \times V \times K}{g}, \quad (1)$$

де А – кількість інфекційних одиниць мікроміцетів в 1 г сухого насіння; В – середня кількість колоній у чашках; V – розведення, з якого зроблено посів; К – показник поправки на вологість; g – маса насіння (10 г).

Показники якості насіння визначали за методикою прописаною в ДСТУ 4964:2008 [24].

ГТК (гідротермічний коефіцієнт) розраховували за методикою Селянинова:

$$ГТК = \sum R / 0,1 \cdot \sum t_{\text{акт}} > 10, \quad (2)$$

де ГТК = < 0,4 – дуже сильна посуха; ГТК = 0,4–0,5 – сильна посуха; ГТК = 0,6–0,7 – середня посуха; ГТК = 0,8–0,9 – слабка посуха; ГТК = 1,0–1,5 – достатньо волого; ГТК = > 1,5 – надмірно волого.

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за допомогою дисперсійного та кореляційного аналізу

( $p=0,05$ ) [25]. Для обробки отриманих результатів використано стандартні математичні методи аналізу та побудови діаграм з використанням програм Microsoft Office, Statgraphics Plus for windows, Excel 2000.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Визначено, що кількість мікроміцетів в насінні сої сорту Сузір'я коливалася від 0,4 тис. до 1,3 тис. КУО/г насіння, а в насінні сої сорту Кент ця кількість становила у межах 0,2–1,5 тис. КУО/г насіння. Виявлено, що за допомогою біопрепарату Філазоніт можна досягти істотного пригнічення утворення КУО мікроміцетів у насінні сої сортів Сузір'я та Кент порівняно з контрольним варіантом. Зокрема, у перший рік досліджень було виявлено найвищу ефективність біопрепарату на сої сорту Сузір'я, де кількість КУО мікроміцетів становила 1,3 тис. КУО/г, що на 0,2 тис. КУО/г насіння мікроміцетів менше, ніж на насінні сої сорту Кент (табл. 1).

З огляду на те, що показники кількості КУО мікроміцетів обох сортів виявилися майже вдвічі нижчими за показник контрольного зразка, то вплив біопрепарату Філазоніт на формування колонієутворювальних одиниць виявився інгібуючим. За результатами досліджень другого року виявлено, що ефективність біопрепарату була вищою на насінні сорту Кент порівняно з сортом Сузір'я (0,4 тис. КУО/г насіння), де кількість КУО мікроміцетів становила 0,2 тис. КУО/г насіння, що у 2 рази менше, ніж на насінні сої сорту Сузір'я та майже у 3,5 рази менше порівняно з контролем.

Це доводить, що протигрибкові властивості рослини сої досліджуваних сортів істотно залежать від генотипу сорту. За результатами досліджень третього року встановлено таку саму залежність як і в другий рік досліджень, де біопрепарат Філазоніт виявився більш ефективним для сорту сої Кент (0,6 тис. КУО/г насіння) порівняно з сортом сої Сузір'я (0,8 тис. КУО/г насіння). Відтак, як і в попередні роки досліджень, показник формування чисельності мікроміцетів на насінні обох сортів, вирощених за технології Філазоніт був менший майже у 2,5 рази порівняно з контрольним варіантом. Це свідчить про істотне стримування формування чисельності мікроміцетів та інгібуючий вплив біопрепарату Філазоніт.

Статистично доведено достовірність ефективності біопрепарату Філазоніт для обох сортів сої порівняно з контрольним варіантом. Виявлено зв'язок між розвитком мікроміцетів і біопрепаратом Філазоніт як у посівах сої сортів Сузір'я, так і Кент ( $H_{05}=0,24$  і  $H_{05}=0,23$ ) (табл. 2).

Варто зауважити, що за роками чисельність мікроміцетів на насінні сої також була істотною на сортах Сузір'я і Кент та становила  $H_{05}=0,32$  й  $H_{05}=0,29$  відповідно. Це свідчить про те, що на чисельність мікроміцетів у насінні сої досліджуваних сортів впливала величина ГТК.

Найбільшу ефективність біопрепарату Філазоніт на обох сортах сої відмічено на другий рік досліджень, де кількість КУО становила в середньому 0,3 тис. КУО/г насіння відповідно. Це доводить про значне пригнічення фітопатогенних мікроміцетів

Таблиця 1. Кількість насіння мікроміцетів на рослинах сої сорту Сузір'я та Кент, вирощених за технологією Філазоніт-Україна

Сорт	Кількість насіння фітопатогенних мікроміцетів за роками, тис. КУО/г					
	I р.		II р.		III р.	
	контроль	Філазоніт	контроль	Філазоніт	контроль	Філазоніт
Сузір'я	2,3	1,3	0,8	0,4	1,9	0,8
Кент	2,7	1,5	0,7	0,2	1,6	0,6

Таблиця 2. Динаміка кількості мікроміцетів на насінні сої

Сорт	Біопрепарати	Кількість мікроміцетів у насінні сої у фазі дозрівання за роками, тис. КУО/г			Середнє за три роки
		I р. (ГТК=1,35)	II р. (ГТК=0,9)	III р. (ГТК=1)	
Сузір'я	Контроль Філазоніт	2,3	0,8	1,9	1,6
		1,3	0,4	0,8	0,8
НІР <sub>05</sub>	За роками Для технологій				0,32
					0,24
Кент	Контроль Філазоніт	2,7	0,7	1,6	1,6
		1,5	0,2	0,6	0,7
НІР <sub>05</sub>	За роками Для технологій				0,29
					0,24

Примітка. Різниця достовірна на рівні  $p=0,05$ .

біопрепаратом Філазоніт. Також це може бути зумовлено погодними умовами. Саме в другий рік досліджень гідротермічний коефіцієнт сягав 0,9 (слабка посуха), що могло б стримувати ріст фітопатогенних мікроміцетів. Найменша ефективність біопрепарату Філазоніт на сортах сої Сузір'я та Кент спостерігалась у перший рік досліджень (1,3 тис. КУО/г та 1,5 тис. КУО/г насіння відповідно). Саме в цей рік гідротермічний коефіцієнт становив 1,35 (доволі волого). Отже, специфічні погодні умови могли стимулювати утворення мікроміцетів. З наукових джерел відомо, що надмірне зволоження є несприятливим для розвитку фітопатогенних мікроміцетів. Водночас технологія Філазоніт істотно пригнічувала утворення та розвиток мікроміцетів обох сортів насіння сої порівняно з контрольними показниками. Проведені дослідження показали, що на формування колонієутворювальних одиниць на насінні сортів сої Сузір'я і Кент впливають генотип сорту, технології вирощування та погодні умови.

Виділено й ідентифіковано низку фітопатогенних видів мікроміцетів на насінні сої сортів Сузір'я та Кент. Аналіз показав, що на насінні обох сортів сої переважають види, що належать до трьох родів мікроміцетів: *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*.

У посівах сої сорту Сузір'я найпоширеніші мікроміцети роду *Alternaria* (46,3%). Відсоток мікроміцетів роду *Penicillium* становив 39,2%. Рід *Fusarium* характеризувався найменшою частотою трапляння мікроміцетів (14,5%). На насінні сорту Кент домінували мікроміцети роду *Penicillium* (58,6%), а кількість мікроміцетів родів *Alternaria* та *Fusarium* була меншою і становила 25,7% і 15,7%.

Встановлено, що на обох сортах насіння сої сортів Сузір'я та Кент домінують типи фітопатогенних видів мікроміцетів родів *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*. Вони є чинниками біологічного забруднення агрофітоценозів і зниження біобезпеки продукції.

Визначено зміни якості зерна сої, вирощеної в умовах органічного виробництва за біологічними технологіями. Зафіксовано, що вміст білка та олії в зерні сої сортів Кент та Сузір'я перевищував стандартні показники, зазначені в ДСТУ 4964:2008 [24]. Відтак масова частка вологи зерна не перевищувала допустимих норм (табл. 3).

Встановлено, що на біохімічний склад зерна сої впливають сорт, погодні умови та технологія вирощування. Залежно від цих чинників, масова частка білка і олії у зерні обох сортів сої, у перерахунку на суху

Таблиця 3. Показники якості зерна сої сортів Кент та Сузір'я

Сорт	Варіанти	Показники якості насіння сої, % за роками								
		білок			олійність			масова частка вологи		
		І р.	ІІ р.	ІІІ р.	І р.	ІІ р.	ІІІ р.	І р.	ІІ р.	ІІІ р.
Сузір'я	Контроль	37,11	39,07	38,80	19,30	20,50	19,90	10,50	8,80	9,80
	Філазоніт	37,50	39,21	38,80	19,40	21,23	19,02	10,20	8,80	9,90
Кент	Контроль	38,50	40,23	39,00	19,20	19,53	18,70	11,20	9,70	11,40
	Філазоніт	38,30	41,11	38,70	19,20	21,70	19,10	11,40	9,60	10,30
Норма за ДСТУ 4964:2008		35			12			12		

речовину коливалася від 37,5 до 41,11% та від 19,02 до 21,7%, відповідно. А масова частка вологи — від 8,8 до 11,4%. Так, у зерні сої сорту Сузір'я, вміст білка становив у межах 37,5–39,21%, а в зерні сої сорту Кент — 38,3–41,11% і знаходився в межах норми. Зерно сої сорту Кент мало вищий вміст білка на 1,9% порівняно з насінням сорту сої Сузір'я. Встановлено, що найвищі показники вмісту білка та олії були виявлені в зерні сої сорту Кент (41,11% і 39,21% відповідно). Це зумовлено генотипом сорту, впливом біопрепарату Філазоніт та погодними умовами.

## ВИСНОВКИ

На насінні *Glycine max* Moench сортів Сузір'я та Кент переважають види фіто-

патогенних мікроміцетів, що належать до родів *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*. Встановлено, що на біохімічний склад насіння сої впливає генотип, технологія вирощування та погодні умови. Залежно від цих чинників вміст білка в зерні коливався від 37,5 до 41,11%, вміст олії — від 19,02 до 21,7%, частка вологи — від 8,8 до 11,4%. Досліджено, що біопрепарат Філазоніт істотно пригнічував утворення та ріст мікроміцетів у насінні обох сортів сої порівняно з контрольним зразком. Експериментально доведено, що за використання біопрепарату Філазоніт існує фізична можливість регулювати чисельність фітопатогенних мікроміцетів у насінні сої, що дає змогу підвищити біобезпеку в агроценозах сої та покращити якість зерна.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Beznosko I.V., Gorgan T.M., Mosiychuk I.I. et al. The quantitative composition micromycetes under cereals crops in chernozem soils in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Biosystems Diversity*. 2022. Vol. 30 (2). P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.15421/012214>.
2. Parfeniuk A., Havryliuk L., Beznosko I. et al. Regulation of the number of phytopathogenic micromycetes in the rhizosphere of soy plants in the conditions of the organic production. *EUREKA: Life Sciences*. 2021. Vol. 3. P. 11–20. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001874>.
3. Мосійчук І.І., Безноско І.В., Горган Т.М. та ін. Вплив біологічних препаратів на чисельність мікроміцетів ризосферного ґрунту рослин ячменю ярого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 101–115. DOI: 10.31210/2022.02.04.
4. Haridoim P.R., van Overbeek L.S., Berg G. et al. The hidden world within plants: Ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microbiology and Molecular Biology*. 2015. Vol. 79 (3). P. 293–320.
5. Bellaloui N., Bruns H.A., Abbas H.K. et al. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Mid-south USA. *Frontiers in Plant Science*. 2015. Vol. 6. P. 31.
6. Song W., Yang R., Wu T. et al. Analyzing the effects of climate factors on soybean protein, oil contents, and composition by extensive and high-density sampling in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016. Vol. 64 (20). P. 4121–4130.
7. Заєць С.О., Нетіс В.І. Споживання води посівами сої в умовах зрощення залежно від сорту і фону живлення. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 51–53.
8. Parfeniuk A., Havryliuk L., Beznosko I. et al. Influence of Filazonit biopreparation on soybean seed quality.

- Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11 (3). P. 86–92. DOI: 10.15421/2021\_147.
9. Борисовський Д.В. Теоретичні аспекти сутності підприємства у сільському господарстві. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2014. № 7. С. 195–203.
  10. Решетило Л.І. Мікробіологічна безпека харчових продуктів: плісеневі гриби та ризики отруєння їх токсинами. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Сер.: Технічні науки*. 2020. № 24. С. 58–65. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-24-08>.
  11. Antonissen G. The impact of *Fusarium* mycotoxins on human and animal host susceptibility to infectious diseases. *Toxins*. 2014. Vol. 6. P. 430–452.
  12. Franco L., Ismail A., Amjad A. and Oliveira CAF. Occurrence of toxigenic fungi and mycotoxins in workplaces and human biomonitoring of mycotoxins in exposed workers: A systematic review. *Toxin Reviews*. 2021. Vol. 40. P. 576–591. DOI: <https://doi.org/10.1080/15569543.2020.1795685>.
  13. Akladios S.A., Gomaa E.Z. and El-Mahdy O.M. Efficiency of bacterial biosurfactant for biocontrol of *Rhizoctonia solani* (AG-4) causing root rot in faba bean (*Vicia faba*) plants. *European Journal of Plant Pathology*. 2019. Vol. 153 (5). P. 1237–1257. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-018-01639-1>.
  14. Verweij P.E., Ananda-Rajah M., Andes D. et al. International expert opinion on the management of infection caused by azole-resistant *Aspergillus fumigatus*. *Drug Resistance Updates*. 2015. P. 21–40.
  15. Warrilow A.G.S., Parker J.E., Price C.L. et al. In vitro biochemical study of CYP51-mediated azole resistance in *Aspergillus fumigatus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 2015. Vol. 59. P. 7771–7778.
  16. Kalagatur N.K., Nirmal Ghosh O.S., Sundararaj N. and Mudili V. Antifungal activity of chitosan nanoparticles encapsulated with *Cymbopogon martinii* essential oil on plant pathogenic fungi *Fusarium graminearum*. *Frontiers in Pharmacology*. 2018. Vol. 9. P. 610. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00610>.
  17. Туровнік Ю.А., Безноско І.В., Гаврилюк Л.В., Мосійчук І.І. Агресивність гриба *Alternaria alternata* (fr.) Keiss за впливу гібридів соняшника та технологій його вирощування. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 2. С. 93–99. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2022.261257.
  18. Швартау В.В., Михальська Л.М., Зозуля О.Л. Поширення фузаріозів в Україні. *Агроном*. 2017. № 4. С. 40–43.
  19. Вожегова Р.А., Коковіхін С.В. Зрошення землеробства — гарант продовольчої безпеки України в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 28–34.
  20. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С. Чинники дестабілізації фітосанітарного стану агроценозів зернових культур Центрального Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 2. С. 73–84.
  21. Мостов'як І.І., Челомбітко А.Ф., Калашніков В.Б. та ін. Аналіз чисельності популяцій та шкідливості фітофагів агроценозів зернових колосових культур Центрального Лісостепу України. *Агро-екологічний журнал*. 2020. № 3. С. 41–52.
  22. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Парфенюк А.І., Безноско І.В. Сорт як фактор формування стійких агроценозів зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2 (97). С. 110–118.
  23. Гаврилюк Л.В., Косовська Н.А., Парфенюк А.І., Мостов'як І.І. Вплив екзометаболітів рослин різних сортів сої на швидкість радіального росту *Fusarium graminearum*. *Агроекологічний журнал*. 2019. 4. С. 55–59. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189454>.
  24. ДСТУ 4964: 2008. Соя. Технічні умови Держспоживстандарт України. [Чинний від 2010–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2008. 14 с.
  25. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин / за ред. Маркова І.Л., Пасічник Л.П., Гентоша Д.Т. Київ, 2012. 156 с.

## REFERENCES

1. Beznosko, I.V., Gorgan, T.M., Mosiychuk, I.I. et al. (2022). The quantitative composition micromycetes under cereals crops in chernozem soils in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Biosystems Diversity*, 30 (2), 1–7. DOI: <https://doi.org/10.15421/012214> [in English].
2. Parfeniuk, A., Havryliuk, L., Beznosko, I. et al. (2021). Regulation of the number of phytopathogenic micromycetes in the rhizosphere of soy plants in the conditions of the organic production. *EUREKA: Life Sciences*, 3, 11–20. DOI: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001874> [in English].
3. Mosiichuk, I.I., Beznosko, I.V., Gorgan, T.M. et al. (2022). Vplyv biolohichnykh preparativ na chyselnist mikromitsetiv ryzosferneho gruntu roslyn yachmenyu yaroho [The effect of biological preparations on the number of micromycetes in the rhizosphere soil of spring barley plants]. *Visnyk Poltav'skoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 101–115. DOI: 10.31210/2022.02.04 [in Ukrainian].
4. Hardoim, P.R., van Overbeek, L.S., Berg, G. et al. (2015). The hidden world within plants: Ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microbiology and Molecular Biology*, 79 (3), 293–320 [in English].
5. Bellaloui, N., Bruns, H.A., Abbas, H.K. et al. (2015). Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Frontiers in Plant Science*, 6, 31 [in English].
6. Song, W., Yang, R., Wu, T. et al. (2016). Analyzing the effects of climate factors on soybean protein, oil contents, and composition by extensive and high-density sampling in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64 (20), 4121–4130 [in English].
7. Zayets, S.O. & Netis, V.I. (2017). Spozhyvannya vody

- posivamy soi v umovakh zroshennya zalezno vid sortu i fonu zhyvlennya [Water consumption by soybean crops under irrigation depending on the variety and nutrition background]. *Zroshuvane zemlerobstvo — Irrigated farming*, 67, 51–53 [in Ukrainian].
8. Parfeniuk, A., Havryliuk, L., Beznosko, I. et al. (2021). Influence of Filazonit biopreparation on soybean seed quality. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (3), 86–92. DOI: 10.15421/2021\_147 [in English].
  9. Borysovskyy, D.V. (2014). Teoretychni aspekty sutnosti pidpryemnytstva u silskomu hospodarstvi [Theoretical aspects of the essence of the enterprise in agriculture]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho ahromohoho universytetu — Bulletin of Kharkiv National Agrarian University*, 7, 195–203 [in Ukrainian].
  10. Reshetylo, L.I. (2020). Mikrobiolohichna bezpeka kharchovykh produktiv: plisenevi hryby ta ryzyky otruyennya yikh toksynamy [Microbiological safety of food products: molds and risks of poisoning with their toxins]. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky — Bulletin of the Lviv University of Trade and Economics. Technical sciences*, 24, 58–65. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-24-08> [in Ukrainian].
  11. Antonissen, G. (2014). The impact of Fusarium mycotoxins on human and animal host susceptibility to infectious diseases. *Toxins*, 6, 430–452 [in English].
  12. Franco, L., Ismail, A., Amjad, A. & Oliveira, CAF (2021). Occurrence of toxigenic fungi and mycotoxins in workplaces and human biomonitoring of mycotoxins in exposed workers: A systematic review. *Toxin Reviews*, 40, 576–591. DOI: <https://doi.org/10.1080/15569543.2020.1795685> [in English].
  13. Akladios, S.A., Gomaa, E.Z. & El-Mahdy, O.M. (2019). Efficiency of bacterial biosurfactant for biocontrol of *Rhizoctonia solani* (AG-4) causing root rot in faba bean (*Vicia faba*) plants. *European Journal of Plant Pathology*, 153 (5), 1237–1257. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-018-01639-1> [in English].
  14. Verweij, P.E., Ananda-Rajah, M., Andes, D. et al. (2015). International expert opinion on the management of infection caused by azole-resistant *Aspergillus fumigatus*. *Drug Resistance Updates*, 21–40 [in English].
  15. Warrilow, A.G.S., Parker, J.E., Price, C.L. et al. (2015). In vitro biochemical study of CYP51-mediated azole resistance in *Aspergillus fumigatus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 59, 7771–7778 [in English].
  16. Kalagatur, N.K., Nirmal Ghosh, O.S., Sundararaj, N. & Mudili, V. (2018). Antifungal activity of chitosan nanoparticles encapsulated with *Cymbopogon martinii* essential oil on plant pathogenic fungi *Fusarium graminearum*. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 610. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00610> [in English].
  17. Turovnik, Y.A., Beznosko, I.V., Gavrilyuk, L.V. & Mosiychuk, I.I. (2022). Ahresyvnist hryba *Alternaria alternata* (fr.) Keiss za vplyvu hibrydiv sonyashnyka ta tekhnolohiy yoho vyroshchuvannya [Aggressiveness of the fungus *Alternaria alternata* (fr.) Keiss under the influence of sunflower hybrids and its cultivation technologies]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature use*, 2, 93–99. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2022.261257 [in Ukrainian].
  18. Shvartau, V.V., Mykhalska, L.M. & Zozulya, O.L. (2017). Poshyrennya fuzarioziv v Ukrayini [Spread of fusarium in Ukraine]. *Ahronom — Ahronomy*, 4, 40–43 [in Ukrainian].
  19. Vozhehova, R.A. & Kokovikhin, S.V. (2018). Zroshuvane zemlerobstvo — harant prodovolchoyi bezpeky Ukrainy v umovakh zmin klimatu [Growing agriculture is a guarantee of Ukraine's food security in the face of climate change]. *Visnyk ahromoyi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 11, 28–34 [in Ukrainian].
  20. Mostovyak, I.I. & Demyanyuk, O.S. (2020). Chynnyky destabilizatsiyi fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv zernovykh kultur Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Factors destabilizing the phytosanitary state of agrocenoses of grain crops in the Central Forest Steppe of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature use*, 2, 73–84 [in Ukrainian].
  21. Mostovyak, I.I., Chelombitko, A.F., Kalashnikov, V.B. et al. (2020). Analiz chyselnosti populatsiy ta shkidlyvosti fitofahiv ahrotsenoziv zernovykh kolosovykh kultur Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Analysis of the number of populations and the harmfulness of phytophagous agrocenoses of cereal grain crops of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 3, 41–52 [in Ukrainian].
  22. Mostovyak, I.I., Demyanyuk, O.S., Parfenyuk, A.I. & Beznosko, I.V. (2020). Sort yak faktor formuvannya stiykykh ahrotsenoziv zernovykh kultur [The variety as a factor in the formation of stable agrocenoses of grain crops]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahromoyi akademiyi — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2 (97), 110–118 [in Ukrainian].
  23. Havrylyuk, L.V., Kosovska, N.A., Parfenyuk, A.I. & Mostovak, I.I. (2019). Vplyv ekzometabolitiv roslin riznykh sortiv soi na shvydkist radialnoho rostu *Fusarium graminearum* [The effect of plant exometabolites of different soybean varieties on the speed of the radial leg of *Fusarium graminearum*]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 4, 55–59. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189454> [in Ukrainian].
  24. SOYA. Tekhnichni umovy [SOY. Technical conditions]. (2008). *DSTU 4964:2008 from 1st Juli 2010*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  25. Markov, I.L., Pasichuk, L.P. & Gentosh, D.T. (Eds.). (2012). *Praktykum iz osnov naukovykh doslidzhen u zakhysti roslin [Workshop on the basics of scientific research in plant protection]*. Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 21.10.2022