

БІОПРЕПАРАТИ ЯК АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ БІОБЕЗПЕКИ В АГРОЦЕНОЗАХ

Л.В. Гаврилук

доктор філософії

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: gavrilluklilia410@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6901-0766>

О.О. Кічігіна

кандидат сільськогосподарських наук

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: ol_ki@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0879-627X>

Ю.А. Туровнік

доктор філософії

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: turovnikyulia@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3437-4660>

Вирішення питань екологізації сільськогосподарського виробництва є надзвичайно важливим завданням у науковому та прикладному значенні, а саме: забезпечення населення продуктами харчування, запобігання втратам урожаю від шкочочинних об'єктів та збереження навколишнього середовища від надмірного хімічного навантаження. Відповідно, альтернативним рішенням у подоланні негативних наслідків хімізації сільськогосподарського виробництва та покращення якості насінневої продукції є використання екологічно безпечних заходів захисту рослин. Важливою складовою технологій вирощування різних культур є їх захист від фітопатогенних мікроорганізмів. Адже в агроценозах сільськогосподарських культур відбувається нагромадження інфекційного фону фітопатогенних мікроміцетів, серед яких переважають види родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium*, які можуть спричинити спалахи багатьох хвороб рослин (коренева гниль, альтернаріоз, фузаріоз, фітофтороз, антракноз, церкоспороз). На особливу увагу заслуговують фітотоксичні метаболіти некротрофних фітопатогенних грибів, які здатні накопичуватись у ґрунті, насінні та рослинних рештках. Мікотоксини призводять до зниження врожайності та якості зерна, а також якості продуктів харчування, що негативно впливає на їх екологічну безпечність і може стати причиною отруєння людини та тварин.

Ключові слова: мікроорганізми, біологічні препарати, фітопатогени, хвороби, захист рослин, бактерії, сапрофітні гриби, агроекосистема.

ВСТУП

Використання біопрепаратів на основі корисних мікроорганізмів є важливою складовою сучасного землеробства. Вони слугують профілактичним заходом від низки грибкових захворювань сільськогосподарських культур, оптимізують живлення рослин, стимулюють їх розвиток і сприяють підвищенню продуктивності. Обробка насіння біопрепаратами призводить до знезараження посівного матеріалу і захисту молодих рослин від різноманітних інфекцій. Тому актуальним є застосування корисних мікроорганізмів, що входять до складу біопрепаратів, які ефективно впливають на процеси функціонування агроекосистем.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Переважає більшість дослідників пропонує для знезараження насіння рослин і захисту його від ґрунтової інфекції використовувати препарати хімічного походження [1]. Однак вони мають ряд істотних недоліків: використання високих норм витрат фунгіцидів, особливо неорганічної природи та їх фітотоксична дія, що має негативні наслідки для агроекосистеми та довкілля; під їх впливом формуються нові раси і штами збудників захворювань, які є більш вірулентними і стійкими до дії фунгіцидів; розвиток резистентності збудників захворювання культур [2]. Водночас складові біологічних технологій

виращування рослин позитивно впливають на ризосферу, вегетативні органи рослин та насіння, спричиняючи домінування сапрофітних видів мікроміцетів в агроценозах. Тому розроблення антифунгальних засобів захисту рослин є важливим для розуміння механізму протидії фунгіцидам і біологічних факторів, що спричиняє резистентність міцеліальних грибів [2].

На думку вчених Ретьмана С. [3] та Ткаленко С. [4], застосування біопрепаратів є основою стратегічного еколого-біологічного заходу контролю шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур за органічного виращування. Практична зацікавленість біологічними препаратами зумовлена не тільки їх ефективністю, а й тим, що вони створюються на основі мікроорганізмів, виділених із природних біоценозів, які не забруднюють навколишнє середовище [5]. Використання біопрепаратів перешкоджає розвитку низки грибкових захворювань сільськогосподарських культур, оптимізує живлення рослин, стимулює їх розвиток і сприяє підвищенню продуктивності [6]. Відповідно, альтернативним рішенням у подоланні негативних наслідків хімізації сільськогосподарського виробництва та покращення якості насіннєвої продукції є використання екологічно безпечних заходів захисту рослин (мікробіологічний контроль фітопатогенів) [7].

Механізми впливу біологічних препаратів на сільськогосподарські культури з метою подальшого їх використання як сумішевих препаратів, які здатні проявити синергію під час їх спільного застосування, вивчали Домарацький Є. та Добровольський А. [8]. Так, сумішеві препарати здійснюють одночасне блокування як біосинтезу, так і реалізації фітогормонального ефекту гібридів і сортів сільськогосподарських культур. Крім того, інтенсивне збільшення кількості сумішей фунгіцидів пояснюється тим, що поєднання кількох діючих речовин, які належать до різних класів біофунгіцидів, розширює спектр їх впливу, поліпшує захисну дію і запобігає утворенню резистентних штамів, тобто повною мірою використовуються можливості синергії [8].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Інформаційно-аналітичним методом проведено аналіз бази даних Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Упродовж останнього десятиліття в Україні почав стрімко розвиватися напрям застосу-

вання в технології виращування сільськогосподарських культур стимуляторів росту рослин і фунгіцидів біологічного походження [9]. Тому кількість препаратів біологічного походження, що дозволені до використання в Україні та входять до “Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні”, з кожним роком зростає. Так, якщо кількість біопрепаратів у 2014 році, внесена до “Переліку...”, становила 97 найменувань біологічних засобів захисту, то у 2018-му році це число виросло до 145, а наразі цей перелік містить 153 біологічних препарати [10].

За механізмом дії та їх складом такі препарати поділяють на стимулятори ростових процесів, біопрепарати, мікродобрива (хелати) та комплексні багатофункціональні речовини [11]. До складу ряду біофунгіцидів входять біологічно активні речовини з паростків рослин — збалансований набір стартових доз основних мікро- та макроелементів, флавоноїдні речовини та активні фракції хвойного екстракту. Вони, як правило, застосовуються для обробки насіння сільськогосподарських культур перед посівом. За цих обставин спостерігається активний процес формування і розвитку посівів рослин від сходів до збирання врожаю, випереджаючий ріст рослин і активність процесу куціння. Їх застосування сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту. Нині розроблено системи удобрення для новітніх систем землеробства, зокрема для органічного землеробства із використанням мікробних препаратів, та створено ферментаційні комплекси для виробництва цих препаратів [12].

Одним із перспективних і сучасних напрямів використання препаратів біологічного походження є створення комплексних (комбінованих) препаратів, які поєднують у своїй формуляції стимулятори та рістрегулятори рослин, мікроелементи і антистресанти, комплекси вільних амінокислот, а також гриби-антагоністи та продукти їх метаболізму. Застосування комбінованих рістрегулюючих препаратів входить у систему обов'язкових агротехнічних прийомів із виращування сільськогосподарських культур та догляду за посівами і не потребує додаткових витрат. Отже, їх застосування сприяє не тільки збільшенню валового виробництва рослинної продукції, але й зниженню її собівартості, що є важливим за ринкових умов [11].

Застосування біофунгіцидів передусім спрямоване на контроль хвороб рослин і зменшення їх шкодочинної дії. Обробка насіння призводить до знезараження посівного матеріалу і захисту молодих рослин від різноманітних інфекцій [2].

Виділяють топові аргументи для екологічного виращування: захист ґрунтових ресурсів

(активізація процесів гумусоутворення, збільшення об'єму біомаси, стимуляція активності ґрунтової біоти, зменшення ерозії ґрунту), захист водних ресурсів (зменшення надходження нітратів у ґрунтові та поверхневі води, захист біорізноманіття видів сільськогосподарських тварин і рослин) [6].

Одним із ключових завдань сучасного землеробства є одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур, що відрізняються кращою якістю. Однак і досі невід'ємною складовою інтенсивної технології вирощування культур є використання хімічних засобів захисту рослин для боротьби з різними хворобами. Відомо, що за тривалого систематичного застосування будь-якого препарату починає зменшуватися його ефективність за рахунок розвитку резистентності основних збудників хвороб рослин, що призводить до збільшення асортименту цих препаратів [2].

Та сучасний стан екосистеми вимагає новітніх технологій захисту рослин від хвороб, що ґрунтуються на екологічно безпечних методах. Використання біологічних фунгіцидів є оптимальним у вирішенні цього питання [12]. Так, дія біологічних препаратів заснована на регуляції біотичних взаємовідносин в агроценозі, що дає змогу вирішити питання забезпечення збалансованого живлення рослин, їх стійкості до фітопатогенних мікроміцетів, формування конкурентних взаємовідносин з аборигенними мікроорганізмами та індукуювання природної системної стійкості [2].

Для захисту рослин від хвороб широко застосовують мікробні препарати на основі штамів із різних фізіологічних груп мікроорганізмів. Встановлено, що антагоністами фітопатогенів можуть бути філогенетично різні мікроорганізми [13]. Мікроорганізми-антагоністи використовують для оздоровлення ґрунту та захисту рослин від шкідливої мікрофлори. Обробляючи насіння перед посівом біопрепаратом на основі мікроорганізмів-антагоністів можна стримувати ріст і розвиток фітопатогенних мікроорганізмів. Біологічний метод захисту рослин включає три основні групи заходів: збереження та збагачення природних популяцій ентомофагів і корисних для захисту рослин мікроорганізмів в агроценозах; випуск на поля ентомофагів, розведених у лабораторних умовах; використання патогенних організмів та продуктів їх життєдіяльності. Кожен із заходів біологічного методу має свою специфіку та проявляє свою ефективність за певних умов. Біологічна боротьба із збудниками хвороб рослин ґрунтується на використанні таких взаємовідносин між організмами, як антагонізм, конкуренція та гіперпаразитизм. Найширшого практичного використання серед

антагоністів набули гриби. Основні дослідження в області мікробної алелопатії проведені з мікроміцетами і бактеріями. На основі грибів родів *Candida*, *Ampelomyces*, *Trichoderma*, *Coniothyrium* та бактерій родів *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces* створено комерційні біопрепарати для захисту сільськогосподарських культур від збудників хвороб [14].

Одним із перспективних мікробних агентів для захисту рослин від фітопатогенів є бактерії роду *Pseudomonas* [14]. Флуоресцентні псевдомонади здатні пригнічувати розвиток грибів роду *Fusarium* (збудник вілту рослин). Показано, що бактерії *Pseudomonas aureofaciens* і *P. putida* характеризувалися високою антагоністичною активністю до збудників септоріозу та фузаріозу колосу пшениці. У наукових роботах Купцова В. для захисту зернобобових культур від фітопатогенних мікроміцетів рекомендовано використовувати бактерію *P. aurantiaca* S-1, яка активно пригнічує ріст фітопатогенів — збудників антракнозу сої і люпину (*Colletotrichum lupini*); фузаріозу (*Fusarium* sp.); сірої гнилі (*Botrytis cinerea*); бактеріальної плямистості (*Pseudomonas syringae*). Проведені дослідження показали фітозахисний ефект цього штаму до антракнозу і фузаріозу люпину (90–100%), сірої гнилі (60%), бактеріозу сої (63%) [14].

Науковцями досліджено ефективність штаму *Bacillus subtilis* 26D, що знижував поширення кореневої гнилі в 1,8 рази, розвиток захворювання — в 4,7 рази та сприяв приросту надземної маси рослин на 55,5% [15]. Бактерії *Bacillus subtilis* є ефективними проти фітопатогенів, які належать до родів *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Botrytis*, *Pythium*, *Verticillium*, *Phytophthora*, *Ascohyta*. Антагоністичний вплив бактерій роду *Bacillus* на фітопатогенні гриби обумовлений здатністю бацил продукувати різні антибіотики: бацілізин, мікобацілін, поліміксин, сурфактин, ліхенізин, мікосубтилін, ітурин тощо. Ці речовини можуть порушувати структуру клітинної стінки та спричиняти інші мембранотропні ефекти, що наносять шкоду фітопатогенним мікроміцетам. Разом із тим, незважаючи на ефективність застосування антагоністичних речовин в агроекосистемах для захисту рослин від фітопатогенних мікроміцетів, їх використання може бути проблематичним. Це обумовлено здатністю цих речовин індукувати резистентність фітопатогенів до даних сполук, а також можливістю їх негативного впливу на якість харчових продуктів і здоров'я людей [16].

Встановлено, що біологічний контроль фітопатогенів в агроекосистемах відбувається під впливом певних видів мікроміцетів. Так, са-

профітні гриби роду *Trichoderma*, що впливають на фітопатогенні мікроміцети, які виявляються в ризосфері рослин, продукують гідролітичні ферменти та антибіотики [17]. Ці гриби можуть паразитувати на ряді видів фітопатогенів. Гриби роду *Trichoderma* можуть спричиняти різний вплив на рослини: стимулювати ріст, індукувати їхню стійкість до фітопатогенів, конкурувати за поживні субстрати, а також бути паразитами фітопатогенних грибів. Деякі штами мікроміцетів роду *Trichoderma* стали основою для виробництва комерційних препаратів. Гіперпаразитарну активність виявляють мікроміцети роду *Verticillium* Nees по відношенню до фітопатогену *Rhizoctonia solani*. Гриби *Gliocladium catenulatum* є гіперпаразитом фітопатогенів роду *Sclerotinia* та *Fusarium*. Під час контакту цих грибів гіфи гіперпаразита дезінтегрують стінки фітопатогену. До пригнічення фітопатогенних грибів та мікопаразитизму також здатні види *Stachybotrys elegans*, *Penicillium*, *Ampelomyces*, *Fusarium*. Таким чином, функціонування у ґрунті мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенів є важливим фактором запобігання поширенню хвороб сільськогосподарських культур [17].

Ще одним напрямом у сучасній агроекології є розроблення екологічно безпечних шляхів підвищення продуктивності культурних рослин та їх захисту від впливу несприятливих факторів довкілля, а саме використання потенціалу ендоефітних бактерій. Вони можуть підвищувати імунологічний статус та брати участь у захисті рослин від захворювань, спричинених фітопатогенами, від шкідливої дії важких металів і радіонуклідів та допомагати рослинам пристосовуватися до несприятливих умов довкілля, а також покращувати ріст і розвиток рослин за рахунок постачання їм поживних речовин [18].

Ендоефітних бактерій налічується не менше 220 видів, що належать до 71 роду [18]. Вони знаходяться як у корінні, так і в надземній частині рослин (квітки, насіння). Науковцями

досліджено, що процеси, які відбуваються всередині рослин, мають пряме відношення до таких процесів у житті рослин, як фітоімунітет, регуляція росту й розвитку і пристосування до мінливих умов існування [20]. Наприклад, бобові рослини відрізняються тим, що в їх фізіологічному стані відіграють роль як ризобіальні, так і ендоефітні мікроорганізми, які підтримують їх адаптивні можливості [19]. Ендоефітні бактерії здатні забезпечити захист рослин від хвороб, фіксувати азот, синтезувати та катаболізувати регулятори росту рослин та мають антагоністичну активність проти нематод. Ендоефітні бактерії у взаємовідносинах із бобовими рослинами завдяки процесу симбіотичної азотфіксації мають вагомий внесок у підтримку балансу азоту в агроценозах. Населяти бульбочки можуть не тільки бульбочкоутворюючі, але й різні типи для ризосфери ендоефітні бактерії [20].

Біологічно активні метаболіти синтезуються ендоефітними бактеріями, що характеризуються антимікробною дією на фітопатогени або є індукторами системної стійкості рослин, попереджаючи цим розвиток їх хвороб [21]. Тому актуальними питаннями сьогодення є проведення досліджень з вивчення еволюційних, генетичних і фізіологічних аспектів взаємодії ендомікорізних грибів і бобово-ризобіального симбіозу, фізіологічних механізмів взаємодії патогенетичної і ендоефітної систем. А використання ендоефітних бактерій для виробництва біопрепаратів, спрямованих на підвищення стійкості та продуктивності рослин, є одним із факторів підвищення біобезпеки в агроценозах.

ВИСНОВКИ

Важливою складовою технологій вирощування сільськогосподарських культур є захист їх від фітопатогенних мікроміцетів з використанням екологічно безпечних заходів захисту рослин, а саме корисних мікроорганізмів, що входять до складу біопрепаратів, застосування яких ефективно впливатиме на процеси функціонування агроєкосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Заєць С., Тараненко О. Ефективність хімічних і біологічних препаратів у системі захисту сої в умовах зрощення. *Пропозиція*. 2016. № 4. С. 84–86.
2. Малиновська І.М. Вплив органічного і мінерального удобрення на чисельність та фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів сірого лісового ґрунту. *Проблеми екологічної біотехнології*. № 2. 2017. URL: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12194/16294> (дата звернення: 10.09.2022).
3. Ретьман С., Ткаленко Г., Михайленко С. Сучасні агротехнології із застосуванням біопрепаратів та регуляторів росту. *Пропозиція*. 2015. С. 18–20.
4. Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. *Пропозиція. Сучасні агротехнології та застосування біопрепаратів та стимуляторів росту*. 2015. С. 6–14.
5. Hrycyk M.F., et al. Ecology of *Paracoccidioides brasiliensis*, *P. lutzii* and related species: infection in armadillos, soil occurrence and mycological aspects. *Medical Mycology*. 2017. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29325170> (дата звернення: 22.05.2022).

6. Домарацький Є.О. Вплив рістрегулюючих препаратів та мінеральних добрив на поживний режим соняшника. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 1 (71). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10027> (дата звернення: 15.10.2022).
7. Javaid A., Shoaib A. Allelopathy for the management of phytopathogens. Allelopathy: current trends and future applications. Eds. Z.A. Cheema, M. Farooq, A. Wahid. Berlin, Germany: Springer Publishers. 2013. P. 299–319.
8. Добровольський А.В., Домарацький Є.О. Особливості реалізації стимулюючої дії комплексних препаратів рослинами соняшника на початкових етапах органогенезу. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2017. Вип. 84. С. 39–45.
9. Щербак В.Я., Домарацький Є.О. Можливість підвищення ефективності мінеральних добрив при вирощуванні соняшника. “Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва”: Міжнародна науково-практична конференція (20–21 вересня 2018 року). Одеса. 2018. С. 35–36.
10. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2022. URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidnovimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html> (дата звернення: 01.09.2022).
11. Domaratskiy E.O., Shcherbakov V., Bazaliy V., Kozlova O., Zhuikov A., Mikhalenko I., Boychuk I., Domaratskiy A. and Teteruk A. Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the of Sunflower Mineral Nutrition System. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical*. 2019. Vol. 10 (2). P. 301–308. URL: [https://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10\(2\)/\[41\]](https://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10(2)/[41]) (дата звернення: 24.08.2022).
12. Сендецький В.М. Вплив регуляторів росту на врожайність соняшнику за вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБіП України. Агрономія*. 2017. № 269. С. 53–61.
13. Gerbore J., Benhamou N., Vallance J. et al. Biological control of plant pathogens: advantages and limitations seen through the case study of *Pythium oligandrum*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014. Vol. 21. 4847–4860. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1807-6>. (дата звернення: 11.02.2021).
14. Gonevieve L.M. Molecular — based strategies to exploit *Pseudomonas* biocontrol strains for environmental biotechnology applications. *FEMS Microb. Ecol.* 2006. Vol. 56. № 2. P. 167–177.
15. Egamberdieva D, Wirth S.J, Alqarawi A.A, Abd Allah E.F, Hashem A. Phytohormones and Beneficial Microbes: Essential Components for Plants to Balance Stress and Fitness. *Frontiers in Microbiology*. 2017. № 8. P. 1–21.
16. Kalagatur N.K., Nirmal Ghosh O.S., Sundararaj N., 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. URL: <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00610>. (дата звернення: 10.07.2022).
17. Beznosko I.V., Gorgan T.M., Mosiychuk I.I., Gavrulyuk L.V., Bunyak O.I. The quantitative composition micromycetes under cereals crops in chernozem soils in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Biosystems Diversity*. 30 (2). 2022. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.15421/012214> (дата звернення: 08.05.2022).
18. Hardoim P.R., van Overbeek L.S., Berg G., Pirttilä A.M., Compant S., Campisano A., Döring M., Sessitsch A. The hidden world within plants: Ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microb. Mol. Biol. Rev.* 2015. Vol.79. № 3. P. 293–320.
19. Martinez-Hidalgo P., Hirsch A.M. The nodule Microbiome: N₂-fixing Rhizobia do not live alone. *Phytobiomes*. 2017. P. 1–13.
20. Ibanez F, Tonelli M.L., Munoz V, Figutiedo M.S., Fabra, A. Bacterial endophytes of plants: diversity, invasion mechanisms and effects on the host. *Endophytes: Biology and biotechnology, sustainable development and biodiversity*. Springer International Publishing AG. 2017. P. 25–40.
21. Parfeniuk A., Havryliuk L., Beznosko I., Pasichnik L., Turonik Y., Ternovyi Y. 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> (дата звернення: 23.09.2022).

BIOPREPARATIONS AS AN AGRO-ECOLOGICAL FACTOR ENHANCEMENT OF BIOSAFETY IN AGROCENOSSES

Havryliuk L.

PhD in Biological Sciences

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)

e-mail: 410agroeco@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6901-0766>

Kichihina O.

Candidate of Agricultural Sciences

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)

e-mail: ol_ki@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0879-627X>

Turovnik Yu.

PhD in Biological Sciences

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)

e-mail: turovnikyulia@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3437-4660>

*The problem of environmentalization of agricultural production is extremely important in a scientific and applied sense, the main task of which is to provide the population with food products, prevent crop losses from harmful objects, and protect the environment from excessive chemical load. Accordingly, an alternative solution in overcoming the negative consequences of chemicalization of agricultural production and improving the quality of seed products is the use of environmentally safe plant protection measures. Protection against phytopathogenic microorganisms is an important component of technologies for growing various crops. After all, in soybean agroecosystems there is an accumulation of an infectious background of phytopathogenic micromycetes, among which species of the genus *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, and *Fusarium* predominate, which can cause outbreaks of many plant diseases (root rot, *Alternaria*, *Fusarium*, late blight, anthracnose, cercosporosis). Phytotoxic metabolites of necrotrophic phytopathogenic fungi, which are able to accumulate in soil, seeds and plant residues, deserve special attention. After all, mycotoxins lead to a decrease in the yield and quality of grain, as well as the quality of food products, which negatively affects their ecological safety, and this, in turn, can cause poisoning of humans and animals. The use of biofungicides is aimed at controlling diseases and reducing their harmful effects. Seed treatment leads to disinfection of seed material and protection of young plants from various infections. Therefore, the use of useful microorganisms, which are part of biological preparations, which effectively affect the processes of functioning of agroecosystems, is relevant.*

Keywords: microorganisms, biological preparations, phytopathogens, diseases, plant protection, bacteria, saprophytic fungi, agroecosystem.

REFERENCES

- Zaiets, S., Taranenko, O. (2016). Efektyvnist khimichnykh i biolohichnykh preparativ u systemi zakhystu soi v umovakh zroshennia [The effectiveness of chemical and biological preparations in the soybean protection system under irrigation conditions]. *Propozytsiia – Offer*, 4, 84–86 [in Ukrainian].
- Malynovska, I.M. (2017). Vplyv orhanichnoho i mineralnoho udobrennia na chyselnist ta fiziolo-hiokhimichnu aktyvnist mikroorhanizmiv siroho lisovoho gruntu [The influence of organic and mineral fertilizers on the number and physiological and biochemical activity of microorganisms in gray forest soil]. *Problemy ekolohichnoi biotekhnolohii – Problems of ecological biotechnology*, 2. URL: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/12194/16294> [in Ukrainian].
- Retman, S., Tkalenko, G., Mykhailenko, S. (2015). Suchasni ahrotekhnolohii iz zastosuvanniam biopreparativ ta rehuliatoriv rostu [Modern agricultural technologies with the use of biological preparations and growth regulators]. *Propozytsiia – Offer*, 18–20 [in Ukrainian].
- Tkalenko, G. (2015). Biolohichni preparaty v zakhysti roslyn [Biological preparations in plant protection]. *Propozytsiia – Offer*, 6–14 [in Ukrainian].
- Hrycyk, M.F., et al. (2017). Ecology of *Paracoccidioides brasiliensis*, *P. lutzii* and related species: infection in armadillos, soil occurrence and mycological aspects. *Medical Mycology*. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29325170> [in English].
- Domaratskyi, Ye.O. (2018). Vplyv ristrehuliuuiuchykh preparativ ta mineralnykh dobryv na pozhyvnyi rezhym soniashnyka [The effect of re-regulating drugs and mineral fertilizers on the nutritional regime of sunflower]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 1 (71) [in Ukrainian].
- Javaid, A., Shoaib, A., Cheema, Z.A., Farooq, M., Wahid, A. (Ed(s)). (2013). Allelopathy for the management of phytopathogens. Allelopathy: current trends and future applications. Berlin, Germany: Springer Publishers, 299–319 [in English].
- Dobrovolskyi, A.V., Domaratskyi, Ye.O. (2017). Osoblyvosti realizatsii stymuliuuiuchoi dii kompleksnykh preparativ roslynamy soniashnyka na pochatkovykh etapakh orhanohenezu [Peculiarities of implementing the stimulating action of complex preparations by sunflower plants at the initial stages of organogenesis]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia – Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 84, 39–45 [in Ukrainian].
- Shcherbakov, V.Ya., Domaratskyi, Ye.O. (2018). Mozhlyvist pidvyshchennia efektyvnosti mineralnykh dobryv pry vyroshchuvanni soniashnyka [The possibility of increasing the effectiveness of mineral fertilizers when growing sunflowers]. Actual problems of the development of agricultural education and science and increasing the efficiency of agro-industrial production 18: *Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia (20–21 veresnia 2018 roku) – International Scientific and Practical Conference* (p. 35–36). Odesa [in Ukrainian].
- Derzhavnyi reiestr pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini [State register of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine]. (2022). Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavnyi-reestr-pestycydiv-i>

- agrohimikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007-1328.html [in Ukrainian].
11. Dymaratskiy, E.O., Shcherbakov, V., Bazaliy, V., Kozlova, O., Zhuykov, A., Mikhalenko, I., Boychuk, I., Dymaratskiy, A. and Teteruk, A. (2019). Analysis of Synergetic Effects from Multifunctional Growth Regulating Agents in the of Sunflower Mineral Nutrition System. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical*, 10 (2), 301–308. URL: [https://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10\(2\)/\[41\]](https://www.rjpbcs.com/pdf/2019_10(2)/[41]) [in English].
 12. Sendetskiy, V.M. (2017). Vplyv rehuliatoriv rostu na vrozhainist soniashnyku za vyroshchuvannya v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [The influence of growth regulators on the yield of sunflower grown in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy — Scientific reports of The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 269, 53–61 [in Ukrainian].
 13. Gerbore, J., Benhamou, N., Vallance, J. et al. (2014). Biological control of plant pathogens: advantages and limitations seen through the case study of *Pythium oligandrum*. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 21, 4847–4860. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1807-6> [in English].
 14. Gonevieve, L.M. (2006). Molecular — based strategies to exploit *Pseudomonas* biocontrol strains for environmental biotechnology applications. *FEMS Microb. Ecol.*, 56, 2, 167–177 [in English].
 15. Egamberdieva, D, Wirth, S.J, Alqarawi, A.A, Abd Allah, E.F, Hashem, A. (2017). Phytohormones and Beneficial Microbes: Essential Components for Plants to Balance Stress and Fitness. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1–21 [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. URL: <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00610> [in English].
 17. Beznosko, I.V., Gorgan, T.M., Mosiychuk, I.I., Gavruyuk, L.V., Bunyak, O.I. (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].
 18. Hardoim, P.R., van Overbeek, L.S., Berg, G., Pirttilä, A.M., Compant, S., Campisano, A., Döring, M., Sessitsch, A. (2015). The hidden world within plants: Ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microb. Mol. Biol. Rev.*, 79, 3, 293–320 [in English].
 19. Martinez-Hidalgo, P., Hirsch, A.M. (2017). The nodule Microbiome: N₂-fixing Rhizobia do not live alone. *Phytobiomes*, 1–13 [in English].
 20. Ibanez, F., Tonelli, M.L., Munoz, V., Figutiedo, M.S., Fabra, A. (2017). Bacterial endophytes of plants: diversity, invasion mechanisms and effects on the host. *Endophytes: Biology and biotechnology, sustainable development and biodiversity*. Springer International Publishing AG, 25–40 [in English].
 21. Parfeniuk, A., Havryliuk, L., Beznosko, I., Pasichnik, L., Turonnik, Y., Ternovyi, Y. (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].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Гаврилук Лілія В'ячеславівна, доктор філософії, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: gavriluklilia410@gmail.com; тел.: +380964367101; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6901-0766>)

Кічігіна Ольга Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач Незалежної лабораторії екології насінництва, Інститут агроекології і природокористування НААН, (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: ol_ki@ukr.net; тел.: +380679094132; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0879-627X>)

Туровнік Юлія Анатоліївна, доктор філософії, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: turovnykylia@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3437-4660>)