

ВПЛИВ МІКРООРГАНІЗМІВ З ФУНГІЦИДНОЮ ТА ІНСЕКТИЦИДНОЮ ДІЯМИ НА БІОЛОГІЧНУ АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ КОРЕНЕВОЇ ЗОНИ КУКУРУДЗИ

А. А. БУНАС, кандидат біологічних наук, старший дослідник

E-mail: bio-206316@ukr.net

Є. Д. ТКАЧ, кандидат біологічних наук, старший дослідник

Інститут агроекології і природокористування НААН

E-mail: bio_eco@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.005>

Анотація. Переважна більшість сучасних хімічних протруйників усуває проблему поширення хвороб та шкідників, але призводить до погіршення екологічного стану агроценозів. Проте застосування біопрепаратів дає змогу не лише отримати високоякісну, екологічно безпечну агропродукцію, а і зберегти екологічну рівновагу в агроценозі. Нами досліджено біологічну активність ґрунту кореневої зони рослин кукурудзи за передпосівного оброблення насіння комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2. Дослідження передбачало контроль (без оброблення насіння), передпосівне оброблення насіння сумішшю хімічних препаратів та передпосівне оброблення насіння комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2. У дослідженнях використовували гібриди кукурудзу української селекції Хорол СВ та Візир. Відбір ґрунтових зразків та мікробіологічні дослідження проводились загальноприйнятими методами.

Передпосівне оброблення насіння кукурудзи комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 знижувало чисельність мікроміцетів у 1,8–2,2 рази, проте загальна біологічна активність ґрунту була на рівні контрольних варіантів. У варіантах із досліджуваним комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 підвищувався рівень антифунгальної активності більше ніж у 4–7 разів відносно контролю, та 1,5 рази відносно варіантів, де застосовували хімічні препарати. Отже, в умовах тимчасових польових досліджень доведено, що біоагенти композицій № 1 та № 2, інтродуючись у кореневу зону рослин кукурудзи, через передпосівне оброблення насіння, ініціюють зміни у функціонуванні мікробіоценозу та захищають рослини впродовж їхньої вегетації. Отже, комплекс композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 є перспективним для створення сучасного, комплексного біопрепарату, який в подальшому дозволить отримати еколого-безпечну агропродукцію.

Ключові слова: емісія диоксиду вуглецю, біомаса мікроорганізмів, антифунгальна активність, фітотоксичність, чисельність мікроміцетів, кукурудза, біопрепарати, мікроорганізми, біофунгіцид, біоінсектицид.

Актуальність. Постійно зростаюча чисельність населення Землі сприяє збільшенню виробництва продуктів харчування у світі, забезпечуючи найважливішу потребу людства – харчовий ресурс. Одним з

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

джерел функціональної їжі для людства є кукурудза [1, с. 902; 2, с. 1]. Доведено, що інтенсивне агровиробництво та високі врожаї сільськогосподарських культур підвищують антропогенне навантаження як на агроценози так і природні екосистеми. Одержання максимально якісної агропродукції при високому врожаї є фундаментом ефективного господарювання. Проте однією з перешкод, до отримання такої продукції стають хвороби посівів сільськогосподарських культур, збудники яких передаються через посівний матеріал або накопичуються у ґрунті. Передпосівне оброблення насіння протруйниками захисної та інсектицидної дії має значну перевагу перед обробленням вегетуючих посівів, оскільки менш трудомістке та економічно доцільне. Серед агровиробників вважається, що такий агроприйом є обов'язковим оскільки, щороку кукурудза страждає від низки інфекційних захворювань, які знижують кількість і якість врожаю. Втрати врожаю від хвороб сягають 10–20 %, за сприятливих погодних умов для розвитку фітопатогенів і вище.

Агровиробникам, в умовах сьогодення, для боротьби з шкідниками та хворобами рослин, грибного і бактеріального походження, пропонується значний асортимент хімічних протруйників насіння, які входять до переліку дозволених агрохімікатів та пестицидів в Україні. Переважна більшість сучасних

хімічних протруйників усуває проблему поширення хвороб та шкідників, але призводить до погіршення екологічного стану агроценозів. Тому дедалі більшого поширення в агротехнологіях під час вирощування зернових культур набуває біологічний метод захисту, що ґрунтується на використанні живих мікроорганізмів та продуктів їх метаболізму [3, с. 77; 4, с. 137; 5, с. 117; 6, с. 76–85].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Кукурудза (*Zea mays* L.) впродовж періоду вегетації рослини та під час зберігання зерна вражається більше ніж сотнею видів фітопатогенних грибів та бактерій, мікоплазмами та вірусами [7, с. 106–108; 8, с. 10–11]. Найпоширенішими серед хвороб грибного та бактеріального походження є пліснявіння проростаючого насіння і сходів, кореневі, стеблові гнилі, пухирчата та летуча сажки, гельмінтоспоріоз, а з хвороб качанів – фузаріоз, нігроспороз, сіра гниль, бактеріоз та інші, розвиток яких спричиняє захворюваність рослин від фази проростання (до 20 %), до ураження качанів та зерна у полі (до 40 %), а в подальшому під час зберігання. Найчастіше проростки кукурудзи уражуються комплексом збудників хвороб грибної етіології з родів *Pytium spp.*, *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Alternaria spp.* та ін. Слід зазначити, що кореневі гнилі поширені у всіх

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

регіонах вирощування зернових культур. Ураження рослин відбувається за рахунок спор, які знаходяться у ґрунті та на рештках рослин кукурудзи [3, с.89; 9, с. 93; 10, с.1–6]. Окрім того, рослини кукурудзи уражуються шведською мухою, дротяниками.

Ефективність застосування біопрепаратів, що містять живі мікроорганізми значною мірою залежить від впливу абіотичних чинників (температури, вологості, рН, тощо) [11, с. 48; 12, с. 48; 13, с.101–105; 14, с. 107]. Вони можуть діяти на динаміку інокулянту безпосередньо, справляючи стресовий або стимулюючий вплив на інтродукований штам мікроорганізмів, або опосередковано, змінюючи чисельність та фізіологічну активність інших живих організмів екосистеми. Суттєво впливає на функціонування мікроорганізмів у агроекосистемах, вміст у ґрунті мінеральних речовин, кореневі екsudати рослин. Одним із визначальних факторів успішної інтродукції мікробних препаратів у агроекосистеми є властивості штамів мікроорганізмів, введених до їх складу, особливості рослин, при вирощуванні яких передбачається застосовувати ці препарати, та фізіологічна активність живих організмів, що формують цю екосистему [15, с. 255; 16, с. 39]. Саме в кореневій зоні рослин з найбільшою активністю проявляються всі позитивні та негативні сторони взаємовідносин мікроорганізми–

рослина. Серед позитивних взаємовідносин найбільш суттєвими є оптимізація режиму забезпечення рослини елементами живлення, фітогормональна регуляція росту та розвитку рослин, біоконтроль над фітопатогенами та шкідниками, індукція стійкості рослин до захворювань, біодеструкція ксенобіотиків і полютантів. Негативна сторона взаємовідносин рослин з мікроорганізмами кореневої зони полягає в ігнбуванні росту, розвитку патогенних процесів, що призводять до захворювання рослин, інгібуванні розвитку корисних мікроорганізмів кореневої зони рослин [17, с. 56–57; 18, с. 200; 19, с. 893–897].

У випадках коли рослина забезпечена повноцінним комплексом мікроорганізмів та створює в своїй кореневій зоні сталий мікробіоценоз, рослини виникає можливість забезпечити рослинний організм повноцінним живлення, а відповідно і реалізувати свій потенціал урожайності. Якщо в агроценозі порушино структуру мікробіоценозу, випадають певні трофічні групи мікроорганізмів то внесення достатньої кількості мінеральних добрив під культур не дозволить сформувати очікуваний врожай [20, с. 38–44]. Доведено, що мікробіоценоз ґрунту відіграє важливу роль у формуванні фунгістатичного потенціалу. До основних механізмів пригнічення розвитку фітопатогенів штамми агрономічно-корисних

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

мікрорганізмів відносять: здатність конкурувати з фітопатогенами за поживні субстрати, позбавляючи останніх можливості займати звичну для нього екологічну нішу; ферментативну активність, що приводить до лізису клітин фітопатогенів; здатність продукувати антибіотики, що пригнічують розвиток фітопатогенів; здатність викликати у рослин реакції системної стійкості [21, с. 1–20; 22, с. 342–355; 23, с. 39–43].

Впродовж останніх десятиліть в Україні та ряді інших країн світу створено значну кількість мікробних препаратів, що успішно застосовуються для корекції мікробних процесів у агроєкосистемах. Серед них найперспективнішими слід вважати препарати комплексної дії, створені на основі двох або більшої кількості мікроорганізмів [24, с. 117; 25, с. 3–9]. Комплексні мікробічні препарати здатні поліпшувати живлення рослин, стимулювати їх ріст і розвиток, захищати рослини від фітопатогенів та шкідників, підвищувати та покращувати якість врожаю. При вирощуванні зернових культур найчастіше застосовують біопрепаратами, з фунгіцидними властивостями, останні дозволяють захистити рослини від кореневих гнилей, хвороб листя та колосу. Найбільше поширені бактеріальні препарати на основі *Paenibacillus polymyxa* [17, с. 56], *Bacillus subtilis* [9, с. 93; 26, с. 91.], *Bacillus pumilus* [27, с. 503], *Pseudomonas aureofaciens* [28, с.

70–71], *Trichoderma Viride* [29, с. 80–88] та багато ін. В Україні зареєстровано понад 20 мікробних препаратів, серед них ряд препаратів захисної дії: Агат-25, Триходермін, Біополіцид, Біонорма *Pseudomonas*, Бактофіт, Фітоверм, Фітоцид. У світі створено комплексні мікробіологічні добрива, до складу яких введено 12 штамів мікроорганізмів, що включають представників родів *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Mucor*, *Trichoderma* та ін.

Мета. Визначити вплив композиції перспективних штамів мікроорганізмів, які володіють захисною та інсектицидною діями на біологічну активність ґрунту кореневої зони рослин кукурудзи.

Методи. Тимчасові дослідження проводились на дослідних полях Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН. У дослідах використовували кукурудзу гібридів Хорол СВ (ФАО 270), оригінатор ННЦ «Інститут землеробства НААН» та Візир (ФАО 350) оригінатор Інститут сільського господарства степової зони НААН. Площа дослідних ділянок – 25,2 м² з шириною міжрядь 0,7 м та нормою висіву насіння 50 тис. нас. / га. Повторюваність досліду – трьох разова. Агротехніка загальноприйнята для умов Лісостепу. Передпосівне оброблення насіння кукурудзи проводили сумішшю хімічних препаратів та комплексом композиції мікроорганізмів № 1 та № 2.

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

- В якості еталонів порівняння використовували відомі хімічні препарати компанії Syngenta: Максим XL (препарат фунгіцидної дії з д.р. флудіоксоніл і металаксил-М) та Круїзер (інсектицид, д.р. – тіаметоксам).

- **Композиція мікроорганізмів № 1** складалася з штамів *Paenibacillus polymyxa* 6М [17, с. 55] та *Pseudomonas fluorescens* K-11 [23, с. 459], колекція мікроорганізмів Інституту агроекології і природокористування НААН, титр – $3,2 \cdot 10^9$ КУО/мл. Дана композиція володіє захисною дією, а саме високим рівнем антагоністичних властивостей відносно збудників грибних захворювань культурних рослин. Норма використання композиції 0,5 л на 100 кг насіння.

- **Композиція мікроорганізмів № 2** складалася з штамів *Bacillus thuringiensis* 2729 та *Streptomyces* spp, колекція мікроорганізмів Інституту агроекології і природокористування НААН, титр – $4,7 \cdot 10^9$ КУО/мл. Композиція мікроорганізмів володіє контактною та системною дією, що дозволяє контролювати широкий спектр шкідників. Норма використання 1,25 л на 100 кг насіння.

Дослідження передбачало наступну схему: **1.** контроль (насіння кукурудзи без оброблення), **2.** передпосівне оброблення насіння сумішшю препаратів Максим XL+Круїзер; **3.** передпосівне оброблення насіння комплексом композицій № 1 та № 2.

Для визначення функціонування мікробіоценозу та інтенсивності процесів, що в ньому протікають відбирали зразки ґрунту кореневої зони кукурудзи в фазі викидання волоті. Чисельність мікроміцетів у кореневій зоні визначали методом посіву граничних розведень мікробних суспензій на агаризоване середовища Чапека, з подальшим підрахунком колоній, що виростили на 4 добу інкубації [30, с. 151]. Вміст вуглецю мікробної біомаси в ґрунті визначали регідратаційним методом, шляхом м'якого висушування зразків при температурі 65-70°C протягом 24 годин з подальшою екстракцією 0,5 М розчином K_2SO_4 [31, с.115–120]. Інтенсивність емісії діоксиду вуглецю з ґрунту визначали методом Штатнова [30, с. 156]. Антифунгальну активність ґрунту кореневої зони кукурудзи визначали шляхом вимірювання зони пригнічення росту тест-культур фітопатогенний гриб р. *Fusarium* Link., з колекції Інституту агроекології і природокористування НААН [32, с. 1–5]. Фітотоксичність ґрунту кореневої зони кукурудзи визначали за методом Гродзинського у модифікації Мочалова і Шерстобоева [33, с. 1–5]. Статистичну обробку експериментальних результатів виконано в програмі Statistica 6.0.

Результати та їх обговорення. Біологічна активність ґрунту кореневої зони сільськогосподарських культур є функцією живої її компоненти, а саме мікробіоценозу, яка визначається за

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

рахунок інтенсивності його біологічних процесів. У процесі життєдіяльності ґрунтова мікрофлора переробляє органічні рештки в ґрунті, а сама мікробна маса, величина якої знаходиться в прямій залежності від вмісту органіки, є важливим джерелом доступних для рослин елементів живлення. Не менш важливим показником є інтенсивність виділення вуглекислоти ґрунтом кореневої зони рослин.

У досліджуваних агроекосистемах визначали вміст мікробної біомаси, емісії вуглекислого газу, фітотоксичність та чисельність мікроміцетів (табл. 1). Дослідження впливу передпосівного оброблення насіння кукурудзи хімічними препаратами (Максим XL+Круїзер) та поєднанням композицій № 1 та № 2 на біологічну активність ґрунту кореневої зони рослин, засвідчили про значні зміни функціонування мікробіоценозу кореневої зони рослин кукурудзи. Застосування хімічних препаратів пригнічує розвиток мікроміцетів у ґрунті у 2,4–3,3 рази порівняно з контролем. Проте оброблення насіння кукурудзи поєднанням композицій № 1 та № 2, за ефективністю не поступалися хімічним препаратам та сприяли зниженню чисельності мікроміцетів у 1,8–2,2 рази. Таким чином, захисна функція комплексу композицій № 1 та № 2 проявлялась у інгібуванні розвитку мікроскопічних грибів впродовж вегетації рослин кукурудзи, що в свою чергу свідчить

про успішну колонізацію кореневої зони рослин кукурудзи мікроорганізмів-агентів композицій № 1 та № 2.

Встановлено, що вміст біомаси мікроорганізмів залежав від засобів передпосівного оброблення насіння, виду гібриду та року дослідження. Активне збільшення вмісту мікробної біомаси відмічали у варіантах з застосуванням комплексу композицій № 1 та № 2 з поступовим її зниженням до кінця вегетації кукурудзи, що свідчить про затухання процесів життєдіяльності у мікробіоценозі ґрунту кореневої зони рослин кукурудзи. Вміст біомаси в ґрунті кореневої зони рослин за умови інокуляції насіння комплексу композицій № 1 та № 2 становив 281–305 мкг С/г ґрунту, що на 39–47 мкг С/г ґрунту, менше ніж на контрольній ділянці. Оброблення насіння Максим XL+Круїзер знижувало показник мікробної біомаси на 27–32,5 % залежно від гібриду кукурудзи. Найвищий рівень емісії диоксиду вуглецю у ґрунті кореневої зони рослин кукурудзи відмічали для варіанту дослідження де застосовували комплекс композицій № 1 та № 2. Виявлено, що використання комплексу композицій № 1 та № 2 сприяло збільшенню виділення CO₂ на 5,4–10,8 % відносно контрольного та варіантів з хімічним протруєнням насіння. В свою чергу, показник емісії двоокису вуглецю ґрунту зменшувався за дії хімічних препаратів на 13–18,8 %

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

відносно контролю, що свідчить про зниження інтенсивності процесів мікробіоценозу кореневої зони рослин кукурудзи.

1. Біологічна активність ґрунту кореневої зони кукурудзи

Варіанти	Чисельність мікроміцетів, тис. КУО/ г ґрунту	Емісія диоксиду вуглецю, мг CO ₂ /кг ґрунту за добу	Біомаса, мкг С/ г ґрунту	Фітотоксичність, %
Хорол СВ				
Контроль	67,4±8,1	42,51±3,8	352±28,2	14,2
Максим XL+Круїзер	28,6±2,3	36,93±2,2	256±16,0	5,4
Комплекс композицій № 1 та № 2	36,8±4,3	44,79±2,5	305±22,0	10,5
Візір				
Контроль	73,6±7,4	38,14±2,7	320±27,5	15,8
Максим XL+Круїзер	22,5±3,4	30,97±1,9	216±16,5	6,3
Комплекс композицій № 1 та № 2	32,9±3,2	42,25±3,4	281±21,8	9,1

Доречно зазначити, що ґрунт кореневої зони рослин кукурудзи у фазі викидання волоті не володів фітотоксичними властивостями, що доводить відсутність накопичення спор фітопатогенних грибів та бактерій у ґрунті. Показник фітотоксичності корелює з чисельністю мікроміцетів досліджуваного агроценозу (табл. 1).

Антифунгальну активність ґрунту кореневої зони кукурудзи визначали за пригніченням розвитку тест-культури та зоною лізису міцелію навколо грудочок ґрунту. Слід зазначити, що антифунгальна активність ґрунту

кореневої зони кукурудзи (рис. 1) залежала як від вирощуваного гібриду так і від погодних умов років досліджень. Проте загальна тенденція стосовно впливу комплексу композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 та хімічних препаратів на цей показник залишалася незмінною. Найбільш репрезентативним щодо різниці впливу досліджуваного комплексу композицій № 1 та № 2 і препаратів на антифунгальну активність ґрунту кореневої зони рослин кукурудзи був 2018 рік (рис. 1).

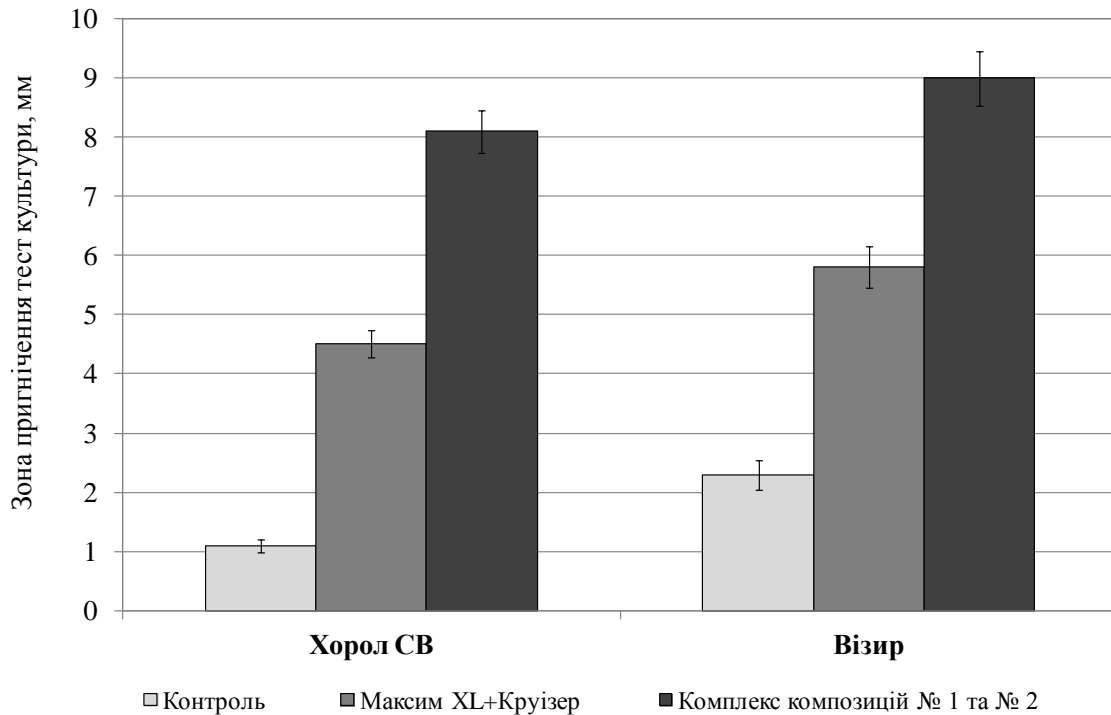


Рис. 1. Антифунгальна активність ґрунту кореневої зони кукурудзи при застосуванні комплексу композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 і хімічних препаратів (2018 р)

У контрольному варіанті, де не проводили оброблення насіння, прозорі зони пригнічення росту фітопатогену становили від 1,1 до 2,3 мм. Отже, відповідно до шкали антифунгальної активності контрольний варіант характеризується низьким рівнем. Застосування комплексу біокомпозицій № 1 та № 2, які володіють захисною та інсектицидною діями сприяли підвищенню антифунгальної активності ґрунту. Зона пригнічення тест-культури за дії комплексу композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 становила 8,1 – 9 мм. Слід зазначити, що підвищення антифунгальної активності досліджуваного комплексу композицій № 1 та № 2 у 4–7,3 рази порівняно з контролем корелює зі

зниженням чисельності мікроміцетів для цих варіантів. Таке пригнічення розвитку мікроміцетної ланки мікробіоценозу кореневої зони кукурудзи можна пояснити антагоністичними властивостями агентів композицій № 1 щодо фітопатогенів, у тому числі й збудників кореневих гнилей рослин кукурудзи на різних стадіях онтогенезу в тому числі і тих які переносяться комахами-шкідниками.

Таким чином в умовах тимчасових польових досліджень доведено, що біоагенти комплексу біокомпозицій № 1 та № 2, інтродуючись у кореневу зону рослин кукурудзи шляхом передпосівного оброблення насіння ініціюють зміни у мікробіоценозі

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

грунту. Завдяки здатності біоагентів композицій № 1 пригнічувати широкий спектр фітопатогенів, його окреме або комплексне застосування з композицією № 2 підвищило антифунгальну активність ґрунту.

Висновки і перспективи.

Встановлено, що передпосівне оброблення насіння кукурудзи комплексом композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 сприяє зниженню чисельності мікроміцетів у 1,8 – 2,2 рази, але зі збереженням загальної біологічної активності ґрунту. А саме емісії диоксиду вуглецю та вмісту мікробної біомаси, високий рівень даних показників свідчить про інтенсивне протікання всіх мікробіологічних процесів та функціонування мікробіоценозу. Виявлено, що застосування досліджуваного комплексу композицій

Список використаних джерел

1. Petroni K., Tonelli S. Anthocyanins in corn: the wealth of genes for human health. *Planta*. 2014. Vol. 240 (5). P. 901–911.
2. Lago C., Landoni M., Cassani E., Cantaluppi E., Doria E., Nielsen E., Annamaria G, Pilu R. Study and Characterization of an Ancient European Flint White Maize Rich in Anthocyanins: *Millo Corvo from Galicia*. 2015.
3. Fravel D. R. Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases. *Annual Review of Phytopathology*. 1988. – V. 26. – P. 75–91.
4. Шерстобоева О. В., Рильський О. Ф., Білявський Ю. В. Дротяник в агрофітоценозах сої різних сортів за дії мікробних препаратів. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 136–139.
5. Клименко А. М. Посівні якості та мікофлора насіння кукурудзи під впливом препаратів захисної дії. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 1. С. 111–114.

мікроорганізмів № 1 та № 2 підвищували рівень антифунгальної активності більше ніж у 4–7 разів порівняно з контролем і більше ніж 1,5 рази відносно варіантів де застосовували хімічні препарати.

Таким чином, комплекс композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 є перспективною основою для створення комплексного біопрепарату з фунгі-інсектицидними властивостями. Комплекс композицій мікроорганізмів № 1 та № 2 рекомендуємо застосовувати агровиробникам, як один із сучасних прийомів еколого-безпечного землеробства, що забезпечить біологічний контроль розвитку хвороб рослин протягом всього періоду їх росту, а також в період зберігання сільськогосподарської продукції і насіння.

6. Васильєва В. Л., Кулініченко В. Л. Світоглядні та методологічні засади мікробіологічного методу захисту рослин від шкідників і хвороб. *Мікробіологічний журнал*. 1999. Т. 61, № 6. С. 75–85.
7. Чернобай Л. М., Петренко В. П., Боровська І. Ю., Фаррахова М. О. Закономірності успадковування стійкості кукурудзи до фузаріозної стеблової гнилі в залежності від анатомо-морфологічних особливостей стебла. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 40–51. DOI:doi.org/10.30835/2413-7510.2009.77045.
8. Крючкова Л. О. Збудники кореневих гнилей. *Захист рослин*. 1998. № 5. С. 9–10.
9. Черницький Ю. О. Копилов Є. П., Надкерничний С. П. Антагоністичні властивості *Vacillium subtilis* 23 щодо збудників кореневих гнилей озимої пшениці *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2003. Спец. вип. 3 (23). С. 90–96.

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

10. Габдулін В. Р., Апаєва Н. Н., Мартьянова Г. П. Влияние совместного применения биологических и химических препаратов на поражение яровой пшеницы болезнями. *Научный журнал КубГАУ*. 2010. № 56 (02).
11. Волкогон В. В., Коломієць Л. П., Пиріг О. В. Вплив мікробних препаратів на формування фотосинтетичного апарату рослин люпину жовтого при дії вірусної інфекції. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2012. № 3. С. 45–49.
12. Білявська Л. Г., Шерстобоева О. В., Білявський Ю. В. Реакція сортів сої до бактеризації насіння за різних погодних умов. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 4. С. 47–49.
13. Sherstoboeva O., Demyanyuk O., Bunas A., Shatsman D. The Influence of the Weather Conditions on Biological Soil Activity and Maize Productivity. *Annals of Agrarian Science*. 2020. Vol. 18. № 1. P. 97–105.
14. Demyanyuk O. S., Patyka V. P., Sherstoboeva O. V., Bunas A. A. Formation of the structure of microbiocenoses of soils agroecosystems depending on trophic and hydrothermic factors. *Biosystems diversity*. 2018. № 26(2). P 103–110.
15. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми: монографія. Київ: Наукова думка, 2010. 255 с.
16. Parke J., Keister D., Cregan P., Dordrecht B. Root colonization by indigenous and introduced microorganisms. *The Rhizosphere and Plant Growth*. 1991. P. 33–42.
17. Шерстобоева О. В. Азотфіксуючі штами *Vacillus polytuxa* як основа препарату для захисту рослин від грибних хвороб. *Агроєкологічний журнал*. 2001. № 2. С. 55–58.
18. Моргун В. В., Коць С. Я., Кириченко О. В. Ростстимулюючі ризобактерії і їх практичне застосування. *Фізіологія біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41. № 3. С. 187–207.
19. Van Overbeek L. S., Van Elsas J. D. Root exudate-induced promoter activity in *Pseudomonas fluorescens* mutants in the wheat rhizosphere. *Applied and Environment Microbiology*. 1995. Vol. 61. P. 890–898.
20. Demyanyuk O. S., Sherstoboeva O. V., Bunas A. A., Dmitrenko O. V. Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. *Biosystems diversity*. 2018. № 26(4). P. 38–44. doi: 10.15421/011846.
21. Шапошников А. И. Механизмы антагонистического действия бактерий на фитопатогенные грибы в ризосфере овощных культур: автореф. дис... канд. биол. наук: 03.00.07 / ГУ Всерос. Науч.-иссл. ин-т с.-х. микробиол. Санкт-Петербург, 2003. 163 с.
22. Тихонович И. А., Проворов Н. А. Кооперация растений и микроорганизмов: новые подходы к конструированию экологически устойчивых агросистем. *Успехи современной биологии*. 2007. № 4. С. 339–357.
23. Бунас А. А., Чабанюк Я. В. Перетворення азоту в системі рослина ріпаку–субстрат за дії діазотрофів *Vacillus subtilis* А-29 і *Pseudomonas aureofaciens* К-11. *Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи)*. 2011. Т. 3. Вип. 4. С. 458–461.
24. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: колект. моногр. / за ред. В. В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
25. Смірнов В. В., Патица В. П., Підгорський В. С., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. Мікробні біотехнології в сільському господарстві. *Агроєкологічний журнал*. 2002. № 4. С. 5–9.
26. Курдиш І. К. Азогран – гранульований бактеріальний препарат нового покоління для рослинництва. *Наука та інновації*. 2009. Т. 5. № 2. С. 50–52.
27. Сверчкова Н. В., Коломиец Э. И. Динамика роста и антагонистической активности штамма бактерий *Vacillius rutilus* БИМ И-263 – основы биопрепарата энатин. *Защита растений. Стратегия и тактика защиты растений*: материалы науч. конф., посвящ. 35-летию организации РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси (Минск, 28.02-2.03.2006 г.). Минск, 2006. С. 503.
28. Шевчук М. Й., Качук С. В., Коломієць В. О. Агат-25К – біофунгіцид нового покоління. *Пропозиція*. 2003. № 3. С. 70–71.

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

29. Копилов Є. П., Цехмістер Г. В. Вплив *Trichoderma viride* 017 на мікоценоз кореневої зони рослин огірків. *Біоресурси і природокористування*. 2018. № 5–6. Т. 9. С. 80–88.

30. Експериментальна ґрунтова мікробіологія та ін.: колект. моногр. / за наук. ред. В. В. Волгогона. Київ: «Аграрна наука», 2010. 464 с.

31. Благодатский С. А., Богомолава И. Н., Благодатская Е. В. Микробная биомасса и кинетика роста микроорганизмов в черноземах при различном сельскохозяйственном использовании. *Микробиология*. 2008. Т. 77. № 1. С. 113–120.

32. Спосіб визначення антимікробної активності ґрунту: пат. 26942 Україна: МПК (2006) G01N 33/24. № 200706367; заявл. 07.06.2007; опубл. 10.10.2007.

33. А.с. 628143 СССР, М. Клз G 01 N 33/24. Способ определения фитотоксичности почвы / Ю. М. Мочалов, Н. К. Шерстобоев № 2937051/30-15; заявл. 17.03.80; опубл. 23.01.82, Бюл. № 3.

References

1. Petroni, K., Tonelli, S. (2014). Anthocyanins in corn: the wealth of genes for human health. *Planta*, 240 (5): 901–911. doi: 10.1007 / s00425-014-2131-1.

2. Lago, C., Landoni, M., Cassani, E., Cantaluppi, E., Doria, E., Nielsen, E., Annamaria G, Pilu, R. (2015). Study and Characterization of an Ancient European Flint White Maize Rich in Anthocyanins: Millo Corvo from Galicia. doi: 10.1371/journal.pone.0126521.

3. Fravel, D. R. (1988). Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases. *Annual Review of Phytopathology*, 26, 75–91.

4. Sherstoboeva, O. V., Ryl'skiy, O. F., Bilyavsky, Y. V. (2012). Drotianyk v ahrofitotsenozakh soi riznykh sortiv za dii mikrobnykh preparativ [Wireworm in agrophytocenoses of soybeans of different varieties under the action of microbial drugs]. *Agroecological journal*, 3, 136–139 (in Ukrainian).

5. Klimenko, A. M. (2014). Posivni yakosti ta mikoflora nasinnia kukurudzy pid vplyvom preparativ zakhysnoi dii. [Sowing qualities and mycoflora of corn seeds under the

influence of protective drugs]. *Agroecological Journal*, 1, 111–114 (in Ukrainian).

6. Vasilieva, V. L., Kulinichenko, V. L. (1999). Svitohliadni ta metodolohichni zasady mikrobiolohichnoho metodu zakhystu roslyn vid shkidnykiv i khvorob. [Worldview and methodological principles of the microbiological method of plant protection against pests and diseases]. *Microbiological Journal*, 61, 6, 75–85 (in Ukrainian).

7. Chernobay, L. M., Petrenkova, V. P., Borovskaya, I. Y., Farrakhova, M. O. (2009). Zakonomirnosti uspadkovuvannia stiikosti kukurudzy do fuzarioznoi steblovoi hnyli v zalezhnosti vid anatomo-morfolohinykh osoblyvostei stebila [Regularities of inheritance of resistance of corn to fusarium stem rot depending on anatomical and morphological features of a stalk]. *Breeding and seed production*, 97, 40–51. DOI: doi.org/10.30835/2413-7510.2009.77045 (in Ukrainian).

8. Kryuchkova, L. O. (1998). Zbudnyky korenyvkh hnylei. [Pathogens of root rot]. *Plant protection*, 5, 9–10 (in Ukrainian).

9. Chernytsky, Y. O., Kopylov, E. P., Nadkernychnyi, S. P. (2003). Antahonistychni vlastyvoli *Bacillus subtilis* 23 shchodo zbudnykiv korenyvkh hnylei ozymoï pshenytsi [Antagonistic properties of *Bacillus subtilis* 23 on pathogens of root rot of winter wheat]. *Bulletin of agrarian science of the Black Sea region*, 3 (23), 90–96 (in Ukrainian).

10. Gabdulín, V. R., Apaeva, N. N., Martynova, G. P. (2010). Vlyanye sovместnoho prymerenyia byolohycheskykh y khymycheskykh preparatov na porazhenye yarovoi pshenytsu bolezniamy [Influence of joint application of biological and chemical preparations on defeat of spring wheat by diseases]. *Scientific journal of KubSAU*, 56 (02) (in Russian).

11. Volkogon, V. V., Kolomiets, L. P., Pirig, O. V. (2012). Vplyv mikrobnykh preparativ na formuvannia fotosyntetychnoho aparatu roslyn liupynu zhovtoho pry dii virusnoi infektsii [Influence of microbial preparations on the formation of the photosynthetic apparatus of yellow lupine plants under the action of viral infection]. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone*, 3, 45–49 (in Ukrainian).

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

12. Bilyavska, L. G., Sherstoboeva, O. V., Bilyavsky, Y. V. (2010). Reaktsiia sortiv soi do bakteryzatsii nasinnia za riznykh pohodnykh umov. [Reaction of soybean varieties to bacterization of seeds under different weather conditions]. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 4, 47–49 (in Ukrainian).
13. Sherstoboeva O., Demyanyuk O., Bunas A., Shatsman D. (2020). The Influence of the Weather Conditions on Biological Soil Activity and Maize Productivity. Annals of Agrarian Science, 18, 1, 97–105.
14. Demyanyuk, O. S., Patyka, V. P., Sherstoboeva, O. V., Bunas, A. A. (2018). Formation of the structure of microbiocenoses of soils agroecosystems depending on trophic and hydrothermic factors. Biosystems diversity, 26(2), 103–110. doi: 10.15421/011816.
15. Kurdish, I. K. (2010). Introduktsiia mikroorhanizmv u ahroekosystemy [Introduction of microorganisms in agroecosystems: monograph]. Kyiv: Naukova Dumka, 255 (in Ukrainian).
16. Parke, J., Keister, D., Cregan, P., Dordrecht, B. (1991). Root colonization by indigenous and introduced microorganisms. The Rhizosphere and Plant Growth, 33–42.
17. Sherstoboeva, O. V. (2001). Azotfiksuichi shtamy *Bacillus polymyxa* yak osnova preparatu dlia zakhystu roslyn vid hrybnykh khvorob [Nitrogen-fixing strains of *Bacillus polymyxa* as a basis for the preparation of plant protection against fungal diseases]. Agroecological Journal, 2, 55–58 (in Ukrainian).
18. Morgun, V. V., Kots, S. Ya., Kirichenko, O. V. (2009). Poststymuliyuiushchye ryzobakteryy y ykh praktycheskoe pryomenenye [Poststimulating rhizobacteria and their practical application]. Physiology, biochemistry of cultivated plants, 41, 3, 187–207 (in Ukrainian).
19. Van Overbeek, L. S., Van Elsas, J. D. (1995). Root exudate-induced promoter activity in *Pseudomonas fluorescens* mutants in the wheat rhizosphere. *Applied and Environment Microbiology*, 61, 890–898.
20. Demyanyuk, O. S., Sherstoboeva, O. V., Bunas, A. A., Dmitrenko, O. V. (2018). Effects of different fertilizer systems and hydrothermal factors on microbial activity in the chernozem in Ukraine. Biosystems diversity, 26(4), 38–44. doi: 10.15421/011846
21. Shaposhnikov, A. I. (2003). Mekhanyzmu antahonystycheskoho deistvyia bakteryi na fytopatohennue hrybu v ryzosfere ovoshchnukh kultur [Mechanisms of antagonistic action of bacteria on phytopathogenic fungi in the rhizosphere of vegetable crops]. State Institution All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology. St.-Petersburg, 163 (in Russian).
22. Tikhonovich, I. A., Provorov, N. A. (2007). Kooperatsiia rastenyi y mykroorhanyzmov: novue podkhodu k konstruyrovanyiu ekolohychesky ustoichyvukh ahrosystem. [Plant and microorganism cooperation: new approaches to the design of environmentally sustainable agricultural systems]. Successes of modern biology, 4, 339–357 (in Russian).
23. Bunas, A. A., Chabanyuk, Ya. V. (2011). Peretvorennia azotu v systemi roslyna ripaku–substrat za dii diazotrofov *Bacillus subtilis* A-29 i *Pseudomonas aureofaciens* K-11 [Redisorption of nitrogen into the system of growth of ripaku – substrate for diazotrophs of *Bacillus subtilis* A-29 and *Pseudomonas aureofaciens* K-11]. Science Newsletter of the Chernivtsi University. Biology (Biological systems), 3, 4, 458–461 (in Ukrainian).
24. Volkogon, V. V. ed. (2006). Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka [Microbial preparations for earthmoving. Theory and practice]. Kiev: Agrarian Science, 312 (in Ukrainian).
25. Smirnov, V. V., Patyka, V. P., Pidgorsky, V. S., Iutinskaya, G. O., Antipchuk, A. F. (2002). Mikrobni biotekhnolohii v silskomu hospodarstvi [Microbial biotechnology in the state thanks]. Agroecological journal, 4, 5–9 (in Ukrainian).
26. Kurdish, I. K. (2009). Azohran – hranulovanyi bakterialnyi preparat novoho pokolinnia dlia roslynyystva [Azogran – granulation is a new generation bacterial preparation for roslinnitstva]. Science and Innovation, 5, 2, 50–52 (in Ukrainian).
27. Sverchkova, N. V., Kolomiyets, E. I. (2006). Dynamyka rosta y antahonystycheskoi aktyvnosty shtamma bakteryi *Bacillus pumilus* BYM Y-263 – osnovi byopreparata enatyn. [The growth dynamics and antagonistic activity of the bacterial strain *Bacillus pumilus* BIM I-263 – the basis of the biological product enatin]. Plant

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

Protection. Plant Protection Strategy and Tactics: Scientific Conference, dedicated. The 35th anniversary of the organization of the RUE "Plant Protection Institute" of the National Academy of Sciences of Belarus. (Minsk), 503 (in Russian).

28. Shevchuk, M. Y., Kachuk, S. V., Kolomits, V. O. (2003). Ahat-25K – biofungitsyd novoho pokolinnia. [Agate-25K is a new generation biofungicide]. Proposition, 3, 70–71 (in Ukrainian).

29. Копылов, Ye. P., Tsekhmister, H. V. (2018). Vplyv *Trichoderma viride* 017 na mikotsenoz korenevoi zony roslyn ohirkiv [Influence of *Trichoderma viride* 017 on the mycocenosis of the root zone of cucumber plants]. Bioresources and nature management, 5–6, 9, 80–88 (in Ukrainian).

30. Volkohon, V. V. ed, (2010). Eksperymentalna hruntova mikrobiolohiia ta in. [Experimental hrunt microbiology ta in.]. Kyiv: «Ahrarna nauka», 464 (in Ukrainian).

31. Blagodatskyj, S. A., Bogomolova, I. N. and Blagodatskaya, E. V. (2008). Mikrobnaya biomassa i kinetika rosta mikroorganizmov v chernozemakh pri razlichnom selskokhozyaystvennom ispolzovanii [Microbial biomass and growth kinetics of microorganisms in chernozem soils under different land use modes]. Microbiology, 77(1), 113–120 (in Russian).

32. Sherstoboieva, O. V., Chaikovska, V. V., Chabaniuk, Ya. V., Iutynska, H. O., Antypchuk, A. F. (2007). Sposib vyznachennia antymikrobnoi aktyvnosti hruntu [The method of determining the antimicrobial activity of the soil]. Patent Ukrainy № 26942; declared 07.06.2007; publ. 10.10.2007. (in Ukrainian).

33. Mochalov, Yu. M., Sherstoboev, N. K. (23.01.1982). Certificate of authorship 628143 SSSR, M. K13 G 01 N 33/24. Sposob opredeleniya fytotoksychnosti pochvy (SSSR). 2937051/30-15; declared 17.03.80; № 3. (in Russian).

ВЛИЯНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ С ФУНГИЦИДНЫМ И ИНСЕКТИЦИДНЫМ ДЕЙСТВИЯМИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ КОРНЕВОЙ ЗОНЫ КУКУРУЗЫ

А. А. Бунас, Е. Д. Ткач

Аннотация. Подавляющее большинство современных химических протравителей устраняет проблему распространения болезней и вредителей, но приводит к ухудшению экологического состояния агроценозов. Однако применение биопрепаратов позволяет получить не только высококачественную, экологически безопасную агропродукцию, но и сохранить экологическое равновесие в агроценозах. Нами проведено исследование биологической активности почвы корневой зоны растений кукурузы с использованием предпосевной обработки семян комплексом биокомпозиций № 1 и № 2. Исследование предусматривало контроль (без обработки семян), предпосевная обработка семян смесью химических препаратов и предпосевная обработка семян композицией микроорганизмов № 1 и № 2. Во временных полевых исследованиях использовали гибриды кукурузу украинской селекции Хорол СВ и Визир. Отбор почвенных образцов и микробиологические исследования проводились общепринятыми методами.

Предпосевная обработка семян кукурузы комплексом композиций микроорганизмов № 1 и № 2 снижала численность микромицетов в 1,8–2,2 раза, но общая биологическая активность почвы была на уровне контрольных вариантов. Кроме того, в вариантах с исследуемым комплексом композиций микроорганизмов № 1 и № 2 повышался уровень антифунгальной активности более чем в 4–7 раз относительно контроля, и 1,5 раза относительно вариантов, где применяли химические препараты. Таким образом, в условиях временных

Бунас А. А., Ткач Є. Д.

полевых исследований доказано, что биоагенты композиций № 1 и № 2, интродуцируются в корневую зону растений кукурузы, за счет предпосевной обработки семян, иницируют изменения в функционировании микробиоценоза и защищают растения в течении его вегетации. Итак, комплекс композиций микроорганизмов № 1 и № 2 является перспективным для создания современного, комплексного биопрепарата, который в дальнейшем позволит получить экологически безопасную агропродукцию.

Ключевые слова: эмиссия диоксида углерода, биомасса микроорганизмов, антифунгальная активность, фитотоксичность, численность микромицетов, кукуруза, биопрепараты, микроорганизмы, биофунгицид

EFFECT OF MICROORGANISMS WITH FUNGICIDAL AND INSECTICIDAL ACTIONS ON BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOIL OF ROOT ZONE OF MAIZE

A. A. Bunas, E. D. Tkach

Abstract. *The vast majority of modern chemical pesticides eliminate the problem of the spread of diseases and pests, but lead to the deterioration of the ecological condition of agrocenoses. However, the use of biological products allows not only to obtain high-quality, environmentally friendly agricultural products, but also to maintain ecological balance in the agrocenosis. We studied the biological activity of the soil of the root zone of maize plants during pre-sowing seed treatment with a complex of biocompositions № 1 and № 2. The study included control (without seed treatment), pre-sowing seed treatment with a mixture of chemicals and pre-sowing seed treatment with microorganisms дослідження 1 № used maize hybrids of Ukrainian selection Khorol SV and Vizir. Soil sampling and microbiological studies were performed by conventional methods.*

Pre-sowing treatment of corn seeds with a complex of compositions of microorganisms № 1 and № 2 reduced the number of micromycetes by 1.8–2.2 times, but the total biological activity of the soil was at the level of control variants. In addition, in the variants with the investigated complex of compositions of microorganisms № 1 and № 2, the level of antifungal activity increased more than 4–7 times relative to the control, and 1.5 times relative to the variants where chemicals were used. Thus, in the conditions of temporary field studies it is proved that bioagents of compositions № 1 and № 2, introducing into the root zone of maize plants by pre-sowing seed treatment, initiate changes in the functioning of the microbiocenosis and protect plants during their growing season. Thus, the complex of compositions of microorganisms № 1 and № 2 is promising for the creation of a modern, complex biological product, which in the future will allow to obtain environmentally friendly agricultural products.

Key words: *carbon dioxide emission, biomass of microorganisms, antifungal activity, phytotoxicity, number of micromycetes, maize, biological products, microorganisms, biofungicide*