

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ШТАМУ *TRICHODERMA VIRIDE* З ВИСОКОЮ АНТАГОНІСТИЧНОЮ ТА ЦЕЛЮЛОЗОЛІТИЧНОЮ АКТИВНІСТЮ

А. А. Павленко, Є. П. Копилов, Г. В. Цехмістер

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна; e-mail: tolik.pavlenko@gmail.com

Мета. Дослідити ефективність використання нового штаму *Trichoderma viride* IMB F-100076 з високою антагоністичною та целюлозолітичною активністю, зокрема його вплив на фотосинтетичний апарат та урожайність рослин кукурудзи. **Методи.** Вивчення впливу *T. viride* IMB F-100076 на урожайність кукурудзи проводили за умов трирічного дрібноділянкового польового дослідження на дерново-середньопідзолистому ґрунті. Вміст хлорофілів *a* і *b* у рослинах дослідних варіантів визначали спектрофотометричним методом. Для обробки одержаних даних використовували методи математичної статистики. **Результати.** Дані трирічного польового дослідження засвідчили, що внесення соломи негативно вплинуло на урожайність кукурудзи, яка складала в середньому 7,72 т/га, що на 12,3 % менше, ніж у варіанті без застосування соломи (контроль). Внесення в ґрунт одночасно із соломою гриба-антагоніста *T. viride* IMB F-100076 дозволило отримати урожайність у середньому 9,5 т/га за три роки досліджень, що на 23 % більше, ніж у варіанті з внесеною соломою. В контрольному варіанті (без внесення соломи та грибної суспензії) урожайність становила в середньому 8,8 т/га, що на 14 % більше, ніж у варіанті із використанням соломи, не обробленої грибом. Показано, що за впливу *T. viride* IMB F-100076 підвищується вміст хлорофілів у листках кукурудзи. Так, сумарний вміст хлорофілів *a* і *b* становив 261,04 мг/100 г листків, що на 39,0 % більше, ніж у варіанті з внесенням соломи без обробки суспензією гриба, і на 15,3 % більше, ніж у контрольному варіанті. Одержані результати свідчать, що обробка соломи грибом *T. viride* IMB F-100076 позитивно вплинула на формування фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи. **Висновки.** Одночасне застосування пшеничної соломи і мікроміцета *T. viride* IMB F-100076, який характеризується високою антагоністичною та целюлозолітичною активністю, забезпечує суттєве збільшення урожайності кукурудзи проти варіанту із внесенням соломи без обробки грибом. Водночас у листках збільшується вміст хлорофілів *a* і *b*.

Ключові слова: *Trichoderma viride*, кукурудза сорту Кремень 200 СВ, урожайність, хлорофіл *a* і *b*.

Вступ. Відомо, що приблизно дві третини соломи після збирання урожаю залишається на полях, що зумовлено економічною недоцільністю її вивозу, зважаючи на низьку кормову цінність [1]. Проте солому можна використовувати як цінне органічне добриво. У сухих стеблах пшениці вміст органічних речовин більший, ніж в інших природних добривах, а мінеральних — більший, ніж у зерні. З 1 тони соломи на гектар ріллі надходить близько 4–7 кг азоту, 1–1,4 кг фосфору, 12–18 кг калію, 2–3 кг кальцію, 0,8–1,2 кг

магнію. Цієї кількості елементів живлення, за винятком азоту, достатньо для одержання врожаю зерна понад 20 ц/га. Внесення соломи в перший рік викликає іммобілізацію мінерального азоту, як наслідок — зменшення врожайності [2]. Нестача азоту для синтезу клітинного білка мікроорганізмами може гальмувати розкладання соломи за швидкого споживання доступного ґрунтового азоту целюлозоруйнівою мікробіотою. Тому за внесення азоту інтенсивність деградації целюлози посилюється, збільшується вихід гуму-

сових речовин [3]. З 20–40 ц сухих стебел пшениці може утворитися в ґрунті 0,3–2,6 т гумусу на 1 га залежно від умов мінералізації [2]. Цінність соломи як органічного добрива переважно проявляється в її післядії.

Проте за низької чисельності специфічної мікробіоти процес розкладання рослинних решток займає значний проміжок часу. Накопичуються лігнін та феноли, які інгібують ріст культурних рослин та уповільнюють мінералізацію органічних речовин. Ефективним прийомом для прискорення мінералізації соломи є використання мікроорганізмів з високою целюлозолітичною активністю. Серед активних деструкторів рослинних решток є ґрунтові сапротрофні гриби родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Chaetomium* та гриби роду *Trichoderma*. Крім того, розвиток фітопатогенних грибів та бактерій, що збереглися на рослинних рештках, викликають численні хвороби сільськогосподарських культур та знижують їхню врожайність. Внесення азоту під осінню оранку разом з соломою активує ріст ґрунтової мікробіоти, зокрема й фітопатогенних мікроорганізмів-збудників захворювань сільськогосподарських культур. Тому задля стримування розвитку фітопатогенних мікроорганізмів часто використовують біологічний метод, а саме біоагенти мікробних препаратів з високою антагоністичною активністю.

Тому пошук ефективних штамів ґрунтових мікроміцетів, які пригнічують ріст та розвиток фітопатогенних грибів, синтезують целюлазні ферменти є актуальним, оскільки дозволить провести оздоровлення ґрунту та підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Представники роду *Trichoderma* є перспективними біологічними агентами для контролю широкого кола фітопатогенів [4; 5]. Роботи, присвячені вивченню антагоністичних властивостей грибів цього роду та ефективності їх використання як засобів захисту рослин від збудників хвороб, мають давню історію. Встановлено, що *T. lignorum* і *T. harzianum* пригнічують розвиток таких збудників корневих хвороб, як *Fusarium oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. roseum*, *F. solani* та *Bipolaris sorokiniana*. Внесення цих антагоністів у ґрунт сприяло значному обмеженню розвитку корневих гнилей пшениці ярої,

ячменю ярого, дині та бавовнику [6; 7]. Показано також, що серед вивчених мікроміцетів-антагоністів, які належать до різних родів, найбільш активно пригнічували розвиток фітопатогенного гриба *Pseudocercospora herpotrichoides* (збудник церкоспорельозної гнилі зернових культур) представники роду *Trichoderma* [8]. Виявлено антагоністичну активність триходерм за взаємодії зі *Sclerotium rolfsii* — збудником склереціальної гнилі цукрового буряку та за взаємодії з *Gaemannomyces graminis* — збудником захворювань ярих культур [8; 9]. Штами триходерми пригнічують ріст мікроорганізмів шляхом конкуренції за поживні речовини, антибіозу та здатності синтезувати ферменти деградації клітинної стінки [10; 11]. Гриби роду *Trichoderma* синтезують низку позаклітинних ферментів, які є важливими факторами в пригніченні фітопатогенів: хітинази та β -глюконази, які можуть гідролізувати клітину збудника захворювання [12], і пектиназу, що може індукувати стійкість рослин до хвороб [13]. Окрім того, метаболіти триходерми сприяють покращенню росту та урожайності рослин [14].

Гриби роду *Trichoderma* — перспективні біоагенти мікробних препаратів не лише для захисту рослин, а й для деструкції рослинних решток. Для них характерним є широкий спектр гідролітичних ферментів, які забезпечують розкладання рослинного субстрату [15; 16]. Зокрема, для грибів-деструкторів *Trichoderma* характерний синтез кількох видів целюлазних ферментів, які синтезуються окремо або у формі комплексу, таких як екзо-, ендоглюконази, β -глюкозидази та ін. Ендоглюконази атакують фосфорильовану целюлозу, мікрокристалічну та аморфну целюлозу з вивільненням целоолігосахаридів. Екзоглюконази гідролізують фосфорильовану целобіозу та авіцел, послідовно відщеплюючи целобіозу з нередукуючого кінця. Синергічна дія ендо-, екзоглюконаз та β -глюкозидаз забезпечує гідроліз кристалічної целюлози, перетворюючи целобіозу на глюкозу [17].

Пошук активних штамів грибів роду *Trichoderma* проводять у багатьох наукових установах. На основі таких штамів створюють ефективні препарати як для захисту рослин від фітопатогенних мікроорганізмів, так і для розкладання рослинних решток [18–20].

У попередні роки нами отримано нові перспективні штами грибів роду *Trichoderma*, серед яких відібрано штам *T. viride* IMB F-100076 [21], який характеризується значною целюлозолітичною та високою антагоністичною активністю [5; 11].

Мета досліджень. Дослідити ефективність використання нового штаму *T. viride* IMB F-100076 з високою антагоністичною та целюлозолітичною активністю за умов польових дослідів.

Матеріали та методи. Вивчення впливу *T. viride* IMB F-100076 на урожайність кукурудзи проводили за умов трирічного дрібноділянкового польового дослідів на дерново-середньопідзолистому ґрунті дослідного поля Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. Вміст гумусу — 1,2 % (за Тюрнімом), рухомого азоту — 5,0–6,0 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом і Коновою), фосфору — 11–12 мг/100 г ґрунту (за Чіріковим), калію — 12–13 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим), рН — 6,0. У досліді використовували кукурудзу гібриду середньоранньої стиглості Кремій 200 СВ, який рекомендовано для зони Полісся. Норма висіву — 80 000 насінин на гектар. Глибина загорання — 5 см. Відстань між лунками — 20 см. Ширина міжрядь — 50 см. Дослід проводили за схемою: 1 — контроль (без внесення соломи та гриба); 2 — внесення соломи; 3 — внесення соломи, об-

робленої грибною суспензією *T. viride* IMB F-100076 з титром 4×10^8 КУО з розрахунку 2×10^5 КУО одиниць на 1 г внесеної соломи. Під осінню оранку вносили солому (з розрахунку 8 т/га) та азотні добрива (15 кг/га діючої речовини на 1 т соломи). Під весняну культувацію вносили мінеральні добрива у нормі $N_{60}P_{30}K_{90}$. Облікова площа ділянки — 8,5 м². Повторення — 4-разове. Загальна кількість ділянок — 12. Загальна площа дослідної ділянки — 30 м².

Кількість опадів у 2014 та 2020 роках була близькою до середньобогаторічної, а в 2019 році значно меншою за оптимальні показники вирощування та складала всього 136 мм за вегетаційний період (табл. 1).

За час проведення дослідів температура повітря протягом вегетаційного періоду була на рівні середньобогаторічних показників та оптимальною для формування зерна кукурудзи (табл. 2).

Вміст хлорофілів *a* і *b* у рослинах дослідних варіантів визначали спектрофотометричним методом [22].

Для обробки одержаних даних використовували методи математичної статистики та програму Microsoft Excel [23; 24].

Результати та їх обговорення. Результати, одержані в польовому досліді, представлені в табл. 3. Аналізуючи одержані дані, ми звернули увагу на зменшення урожайності у всіх варіантах дослідів в 2019 році, що

Таблиця 1. Кількість опадів за роками досліджень, мм

Місяці	2014 р.	2019 р.	2020 р.	Середньобогаторічні показники	Відхилення від середньобогаторічного		
					2014 р.	2019 р.	2020 р.
травень	11	12	12	11,6	-0,6	0,4	0,4
червень	22	22	21	21,6	0,4	0,4	-0,6
липень	20	19	21	20	0	-1	1
серпень	19	20	21	20	-1	0	1

Таблиця 2. Температурні показники за роками досліджень, °С

Місяці	2014 р.	2019 р.	2020 р.	Середньобогаторічні показники	Відхилення від середньобогаторічного		
					2014 р.	2019 р.	2020 р.
травень	11	12	12	11,6	-0,6	0,4	0,4
червень	22	22	21	21,6	0,4	0,4	-0,6
липень	20	19	21	20	0	-1	1
серпень	19	20	21	20	-1	0	1

Таблиця 3. Вплив *T. viride* IMB F-100076 на урожайність зерна кукурудзи, т/га

Урожайність	Варіанти дослідів			
	Контроль (без внесення соломи і гриба)	Внесення соломи	Внесення соломи, обробленої <i>T. viride</i> IMB F-100076	НІР
– 2014 р.	9,40	7,26	10,0	0,21
– 2019 р.	7,4	7,1	7,8	0,28
– 2020 р.	9,6	8,8	10,8	0,54
Середнє	8,8	7,72	9,5	
Відхилення від контролю:				
– т/га	–	–1,08	+0,7	
– %	–	–12,3	+8	
Відхилення від варіанту внесення соломи:				
– т/га	+1,08	–	+1,78	
– %	+14	–	+23	

потребує пояснення. Кукурудза — культура, яка характеризується значною біологічною пристосованістю, але вона чутлива до вологи та температури. Вегетаційний період кукурудзи триває 90–120 днів. Оптимальною температурою для вирощування кукурудзи на зерно є 18–25 °С. За температури 32 °С затримується поява ростків, а за вищої — зупиняється ріст. На будь-якому етапі органогенезу можливий негативний вплив як біотичного, так і абіотичного факторів, які можуть порушити або сповільнити весь подальший процес формування генеративних органів. Особливо відчутним такий вплив може бути на ранніх стадіях розвитку рослин (до 11-го листка) [25].

Оптимальною кількістю опадів для кукурудзи є 450–600 мм опадів за вегетаційний сезон, причому найбільше вологи вона потребує у липні та серпні. Тому для оптимального забезпечення родючості важливе накопичення вологи у ґрунті. У 2019 р. кількість опадів була значно меншою за середньобогаторічну і складала 136 мм (табл. 1) за вегетаційний період, що негативно позначилося на урожайності. Кількість опадів у 2014 та 2020 рр. була оптимальною й близькою до середньобогаторічної.

Як свідчать дані табл. 3, внесення соломи негативно вплинуло на урожайність кукурудзи, яка складала в середньому 7,72 т/га за три роки досліджень, що на 12,3 % менше,

ніж у варіанті без внесення соломи (контроль). Як було нами показано раніше [11], внесення соломи провокує розвиток фітопатогенних грибів, зокрема мікроміцетів роду *Bipolaris*. Відомо, що серед представників зазначеного виду часто трапляються збудники гельмінтоспоріозної гнилі [26–28]. Внесення соломи призвело також до значного збільшення чисельності мікроміцетів роду *Fusarium* (майже в 4 рази проти контрольного варіанту). Це також треба розглядати як небажану тенденцію, адже фузарії можуть викликати кореневі гнилі й негативно впливати на урожайність сільськогосподарських культур, зокрема й кукурудзи [29].

Внесення в ґрунт одночасно із соломою гриба-антагоніста *T. viride* IMB F-100076 дозволило отримати урожайність в середньому 9,5 т/га за три роки досліджень, що на 23 % більше, ніж у варіанті з внесенням лише соломи (табл. 1).

Гриби роду *Trichoderma* не лише активні антагоністи фітопатогенів, вони також здатні продукувати речовини фітогормональної природи, за впливу яких покращується ріст і розвиток рослин, зокрема підвищується вміст хлорофілів, білків, вуглеводів, енергія проростання, схожість, маса надземної частини та кореневої системи [30]. Так, за одержаними результатами *T. viride* IMB F-100076 позитивно впливав на формування фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи (табл. 4).

Таблиця 4. Вміст хлорофілів у листках кукурудзи

Варіанти досліджу	Вміст хлорофілу <i>a</i> , мг/100 г листків	Вміст хлорофілу <i>b</i> , мг/100 г листків	Сума хлорофілів <i>a</i> і <i>b</i>
Без внесення соломи та грибної суспензії (контроль)	169,70 ± 4,68	56,70 ± 2,09	226,40
Внесення соломи	159,59 ± 3,95	28,15 ± 1,05	187,74
Внесення соломи, обробленої грибною суспензією <i>T. viride</i> IMB F-100076	202,98 ± 4,02	58,07 ± 2,15	261,04

Внесення соломи, обробленої грибною суспензією, позитивно позначилося на вмісті хлорофілів *a* та *b*. Так, сума хлорофілів *a* і *b* становила 261,04 мг/100 г листків, що на 39,0 % більше, ніж у варіанті з внесенням соломи без обробки суспензією гриба і на 15,3 % більше за показники у контрольному варіанті.

Висновки. Отримані результати засвідчили, що одночасне застосування пшеничної соломи і мікроміцету *T. viride* IMB F-100076, який характеризується високою антагоністичною та целюлозолітичною активністю, забезпечило збільшення урожайності кукурудзи на 23 % проти варіанту внесення соломи без обробки грибом. Водночас зростає вміст хлорофілів *a* і *b*. Так, сума хлорофілів *a* і *b* становила 261,04 мг/100 г листків, що на 39,0 % більше, ніж у варіанті з внесенням соломи без обробки суспензією гриба і на 15,3 % більше, ніж у контрольному варіанті.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Лозовіцький П. С. Основи землеробства та рослинництва. Навчальний посібник. К., 2010. Т. 2. 143 с.
2. Олифер В. А. Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах. Наука. 1971. С. 278–281.
3. Жежер А. Я., Ефимова Г. И. Система удобрений в полевых севооборотах: Методические рекомендации. Новосибирск : ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. СибНИИЗХ, 1990. 12 с.
4. Guo R., Liu X., Gao K., Gao B., Shi B., Zhen Z. Progress in biocontrol research with *Trichoderma*. *Chinese J Biological Control*. 2002. 18. 180–184.
5. Цехмістер Г. В., Кислинська А. С., Павленко А. А. Антагоністична активність ґрунтових мікроорганізмів як ефективний засіб захисту рослин від акремоніозу. Сільськогосподарська мікробіологія. 2019. Вип. 30. С. 46–53.
6. Александрова А. В., Великанов Л. Л., Сидорова И. И., Сизова Т. П. Влияние гриба *Tricho-*

derma harzianum на почвенные микромицеты. *Проблемы экол. и физиол. микроорганизмов: К 110-летию со дня рожд. проф. Е. Е. Успенского*. Науч. конф. 2000. 30 с.

7. Билай В. И. Микроскопические грибы-продуценты антибиотиков. Киев : Академия наук СССР, 1961.

8. Chet I., Inbar J. Biological control of fungal pathogens. *Appl. Biochem. and Biotechnol.* 1994. Vol. 48. № 1. P. 37–43.

9. Sivan A., Elad Y. Biological control effects of a new of *Trichoderma harzianum* on *Pythium aphanidermatum*. *Phytopathology*. 1984. Vol. 74. № 4. P. 498–501.

10. Limon M. C., Chacon M. R., Mejias R., Delgado-Jarana J., Rincon A. M., Codon A. C., Benitez T. Increased antifungal and chitinase specific activities of *Trichoderma harzianum* CECT 2413 by addition of cellulose binding domain. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2004. Vol. 64. 675–685. <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1538-6>

11. Копилов Є. П., Павленко А. А., Цехмістер Г. В., Кислинська А. С. Антагоністична активність нового штаму *Trichoderma viride* та його вплив на угруповання мікроміцетів кореневої зони рослин кукурудзи. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Т. 31. С. 16–25. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.16-25>

12. Markovich, N. A., Kononava, G. L. Lytic enzymes of *Trichoderma* and their role in plant defence from fungal diseases: a review. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2003. Vol. 39(4). P. 341–351.

13. Bai Z. H., Zhang H. X., Qi H. Y., Peng X. W., Li B. J. Pectinase production by *Aspergillus niger* using wastewater in solid state fermentation for eliciting plant disease resistance. *Bioresource Technology*. 2004. Vol. 95. P. 49–52. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.06.006>

14. Kolombet L. V., Jigletsova S. K., Derbyshev V. V., Ezhov D. V., Kosareva N. I., Bystrova E. V. Studies of mycofungicide, a preparation based on *Trichoderma viride*, for plant infection control. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2001. Vol. 37(1). P. 98–102.

15. Califano V., Constantini A. Immobilization

of cellulolytic enzymes in mesostructured silica materials. *Catalysts*. 2020. Vol. 10(6). P. 706.

16. Toscano L., Stoytcheva M., Montero G., Cervantes L., Gerardo M., Felix R. M. Characterization of cellulolytic multi-enzymatic complexes from filamentous fungi by solid-state fermentation using wheat straw as carbon source. *International Journal of Advanced Research and Publications*. 2017. Vol. 1(5). P. 40–47.

17. Dashtban M., Schraft H., Qin W. Fungal bioconversion of lignocellulosic residues; Opportunities & perspectives. *International Journal of Biological Science*. 2009. Vol. 5(6). P. 578–595. <https://doi.org/10.7150/ijbs.5.578>

18. Sivan A., Chet, I. Degradation of fungal cell walls by lytic enzymes of *Trichoderma harzianum*. *Microbiology*. 1989. Vol. 135(3). P. 675–682.

19. Пат. 2165974 Российская Федерация, С12 N1/14, С12 N9/42, С12 N9/42, С12 R1:885. Культуральная среда для получения фермента целлюлазы при его промышленном производстве методом глубинного культивирования гриба *Trichoderma viride* 44-11-62/3 и способ получения фермента целлюлазы этой среде / Васильев А. Е., Огорельцев Б. Д., Сафонов В. С., Агафонов Е. Л., Девятьярова Л. С., заявитель и патентообладатель ОАО «Восток». № 99109818/13, заявл. 14.05.1999; опубл. 27.04.2001.

20. Пат. 2380906 Российская Федерация, МПК А01 N63/04, С12N1/14. Самоконсервирующийся биопрепарат для защиты растений от болезней и способ его получения / Коломбет Л. В., Жиглецова С. К., Быстрова Е. В., Крюков В. Н., Дородных Ю. Л., заявитель и патентообладатель Коломбет Л. В., Жиглецова С. К., Быстрова Е. В., Крюков В. Н., Дородных Ю. Л. № 2008114859/13, заявл. 18.04.2008; опубл. 10.02.2010.

21. Штам гриба *Trichoderma viride* з високою целюлозолітичною активністю: пат. UA 121555 U. МПК С12 N1/14 (2006.01) С12 N9/42 (2006.01),

Є. П. Копилов, С. П. Надкерничний; власник: Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва Національної Академії Аграрних Наук України. № а 2017 05934; заявл 14.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. № 23.

22. Гродзинский А. М., Гродзинский Д. М. Краткий справочник по физиологии растений. К. : Наук. думка, 1973. 434 с.

23. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

24. Коросов А. В., Горбач В. В. Компьютерная обработка биологических данных. Петрозаводск : ПетрГУ, 2016. 96 с.

25. Паламарчук В. Д. Створення та вирощування гібридів кукурудзи для інтенсивних технологій. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Агрономія*. 2012. № 80. С. 68–74.

26. Лісовий М. П., Лисенко С. В., Крючкова Л. О., Таранюк Р. Я. Церкоспорельоз пшениці. *Захист рослин*. 1997. № 10. С. 10–11.

27. Ашмарина Л. Ф. Особенности жизненного цикла возбудителя корневой гнили *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. *Современная микология в России*. 2015. № 5(4). С. 11–13.

28. Цилюрик О. І. Вплив основного обробітку ґрунту на ступінь пошкодження шкідниками та ураженість хворобами зернових культур. *Зернові культури*. 2019. Т. 3(1). С. 93–101.

29. Шахова Н. М., Шаповалов А. І. (2014). Хвороби озимого зернового поля. *Наукові праці*. 2014. Т. 232(220). С. 58–61.

30. Цавкелова Е. А., Климова С. Ю., Чердынцева Т. А., Нетрусов А. И. Гормоны и гормоноподобные соединения микроорганизмов (обзор). *Прикладная биохимия и микробиология*. 2006. Т. 42 (3). 161–168 с.

Отримано 03.05.2021

<https://doi.org/10.35868/1997-3004.33.88-95>

UDC 579.64: 633.15

EFFICACY OF *TRICHODERMA VIRIDE* STRAIN WITH HIGH ANTAGONISTIC AND CELLULOLYTIC ACTIVITY

A. A. Pavlenko, Ye. P. Kopylov, H. V. Tsekhmister

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv
e-mail: tolik.pavlenko@gmail.com

Objective. To study the efficacy of the use of a new strain of *Trichoderma viride* IMB F-100076 with high antagonistic and cellulolytic activity, in particular its effect on the photosynthetic apparatus and the yield of corn plants. **Methods.** Study of the effect of *T. viride* IMB F-100076 on corn

yield was performed under the conditions of a three-year small-plot field experiment on sod-medium-podzolic soil. The content of chlorophyll a and b in the plants of the experimental variants was determined by spectrophotometry. Methods of mathematical statistics were used in processing the obtained data. **Results.** Data from a three-year field experiment showed that the application of straw had a negative effect on the yield of corn, which averaged 7.72 t/ha that is 12.3 % less than in the variant without the application of straw (control). Application of the antagonist fungus *T. viride* IMB F-100076 to the soil simultaneously with straw allowed to obtain an average yield of 9.5 t/ha during three years of study, which is 23 % higher than in the variant with straw. In the control variant (without application of straw and fungal suspension), the yield averaged 8.8 t/ha, which is 14 % higher than in the variant with straw not treated with fungus. It was shown that the content of chlorophylls in corn leaves increases under the influence of *T. viride* IMB F-100076. For instance, the total content of chlorophyll a and b was 261.04 mg/100 g of leaves, which is 39.0 % higher than in the variant with straw not treatment with a suspension of the fungus, and 15.3 % higher than in the control variant. The obtained results highlight that the treatment of straw with the fungus *T. viride* IMB F-100076 had a positive effect on the formation of the photosynthetic apparatus of corn plants. **Conclusion.** Simultaneous application of wheat straw and *T. viride* IMB F-100076 micromycete, which is characterized by high antagonistic and cellulolytic activity, provides a significant increase in corn yield versus the variant with straw not treated with fungus. The content of chlorophylls a and b in the leaves increases.

Key words: *Trichoderma viride*, Kremin 200 CB variety of corn, yield, chlorophyll a and b.

REFERENCES

1. Lozovitskyi, P. S. (2010). Osnovy zemlerobstva ta roslynnytstva. Navchalnyi posibnyk. [Fundamentals of agriculture and crop production]. Kyiv [in Ukrainian].
2. Olifer, V. A. (1971). Biologicheskaya produktivnost i krugovorot khimicheskikh elementov v rastitelnykh soobshchestvakh [Biological productivity and the cycle of chemical elements in plant communities]. Nauka [in Russian].
3. Zhezher, A. Ya., Yefimova, G. I. (1990). Sistema udobreniy v polevykh sevooborotakh: Metodicheskie rekomendatsii [Fertilizer system in field crop rotations: Methodical recommendations]. Novosibirsk [in Russian].
4. Guo, R., Liu, X., Gao, K., Gao, B., Shi, B., & Zhen, Z. (2002). Progress in biocontrol research with *Trichoderma*. *Chinese J Biological Control*, 18, 180–184.
5. Tsekhmister, H. V., Kyslynska, A. S., & Pavlenko, A. A. (2019). Antahonistychna aktyvnist hruntovykh mikroorhanizmiv, yak efektyvnyi zasib zachystu roslyn vid akremoniozu [Antagonistic activity of soil microorganisms as an effective means of protecting plants from acremoniosis]. *Silskohospodarska mikrobiologhiia — Agricultural Microbiology*, 30, 46–53 [in Ukrainian].
6. Aleksandrova, A. V., Velikanov, L. L., Sidorova, I. I., & Sizova, T. P. (2000). Vliyanie griba *Trichoderma harzianum* na pochvennye mikromitsety [Influence of the fungus *Trichoderma harzianum* on soil micromycetes]. Environmental problems. and fiziol. microorganisms: To the 110th anniversary of the birth. prof. E. E. Uspensky (30) [in Russian].
7. Bilay, V. I. (1961). Mikroskopicheskie griby-produtsenty antibiotikov [Microscopic antibiotic-producing fungi]. Akademiya nauk SSSR [in Russian].
8. Chet, I., Inbar, J. (1994). Biological control of fungal pathogens. *Appl. Biochem. and Biotechnol.*, 48 (1), 37–43.
9. Sivan, A., Elad, Y. (1984). Biological control effects of a new of *Trichoderma harzianum* on *Pythium aphanidermatum*. *Phytopathology*, 74(4), 498–501.
10. Limon, M. C., Chacon, M. R., Mejias, R., Delgado-Jarana, J., Rincon, A. M., Codon, A. C., & Benitez, T. (2004). Increased antifungal and chitinase specific activities of *Trichoderma harzianum* CECT 2413 by addition of cellulose bolding domain. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64, 675–685. <https://doi.org/10.1007/s00253-003-1538-6>
11. Kopylov, Ye. P., Pavlenko, A. A., Tsekhmister, H. V., & Kyslynska, A. S. (2020). Antahonistychna aktyvnist novoho shtamu *Trichoderma viride* ta yoho vplyv na uhrupuvannia mikromitsetiv korenevoi zony roslyn kukurudzy [Antagonistic activity of a new strain of *Trichoderma viride* and its effect on the group of micromycetes of the root zone of maize plants]. *Silskohospodarska mikrobiologhiia — Agricultural Microbiology*, 31, 16–25. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.16-25>
12. Markovich, N. A., Kononava, G. L. (2003). Lytic enzymes of *Trichoderma* and their role in plant defence from fungal diseases: a review. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 39(4). 341–351.
13. Bai, Z. H., Zhang, H. X., Qi, H. Y., Peng, X. W., & Li, B. J. (2004). Pectinase production by *Aspergillus niger* using wastewater in solid

- state fermentation for eliciting plant disease resistance. *Bioresource Technology*, 95, 49–52. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.06.006>
14. Kolombet, L. V., Jigletsova, S. K., Derbyshev, V. V., Ezhov, D. V., Kosareva, N. I., & Bystrova, E. V. (2001). Studies of mycofungicide, a preparation based on *Trichoderma viride*, for plant infection control. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 37(1), 98–102.
 15. Califano, V., Constantini, A. (2020). Immobilization of cellulolytic enzymes in mesostructured silica materials. *Catalysts*, 10(6), 706.
 16. Toscano, L., Stoytcheva, M., Montero, G., Cervantes, L., Gerardo, M., & Felix, R. M. (2017). Characterization of cellulolytic multi-enzymatic complexes from filamentous fungi by solid-state fermentation using wheat straw as carbon source. *International Journal of Advanced Research and Publications*, 1(5), 40–47.
 17. Dashtban, M., Schraft, H., & Qin, W. (2009). Fungal bioconversion of lignocellulosic residues; Opportunities & perspectives. *International Journal of Biological Science*, 5(6), 578–595. <https://doi.org/10.7150/ijbs.5.578>
 18. Sivan, A., Chet, I. (1989). Degradation of fungal cell walls by lytic enzymes of *Trichoderma harzianum*. *Microbiology*, 135(3), 675–682.
 19. Pat. 2165974 RU, C12 N1/14, C12 N9/42, C12 N9/42, C12 R1:885. Cultural medium for obtaining the cellulase enzyme during its industrial production by the method of submerged cultivation of the fungus *Trichoderma viride* 44-11-62/3 and the method of obtaining the cellulase enzyme in this medium, Vasilev, A. Ye., Ogoreltsev, B. D., Safonov, V. S., Agafonov, Ye. L., Devetyarova, L. S., Publ. 27.04.2001 [in Russian].
 20. Pat. 2380906 RU, МПК А01 N63/04, C12N1/14. Self-preserving biological product for plant protection against diseases and a method for its production, Kolombet, L. V., Zhigletsova, S. K., Bystrova, Ye. V., Kryukov, V. N., Dorodnykh, Yu. L., Publ. 10.02.2010 [in Russian].
 21. Pat. 121555 U UA МПК C12 N1/14 (2006.01) C12 N9/42 (2006.01). Strain of the fungus *Trichoderma viride* with high cellulolytic activity, Kopylov, Ye. P., Nadkernychnyi, S. P., Publ. 11.12.2017 [in Ukrainian].
 22. Grodzinskiy, A. M., Grodzinskiy, D. M. (1973). *Kratkiy spravochnik po fiziologii rasteniy* [A quick guide to plant physiology]. Kyiv: Nauk. Dumka [in Russian].
 23. Dospekhov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moslva: Agropromizdat [in Russian].
 24. Korosov, A. V., Gorbach, V. V. (2016). *Kompyuternaya obrabotka biologicheskikh dannykh* [Computer processing of biological data]. Petrozavodsk: PetrGU [in Russian].
 25. Palamarchuk, V. D. (2012). Stvorennia ta vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy dlia intensyvy nykh tekhnolohii [Creation and cultivation of maize hybrids for intensive technologies]. *Ahronomiia — Agronomy*, 80, 68–74 [in Ukrainian].
 26. Lisovyi, M. P., Lysenko, S. V., Kriuchkova, L. O., & Taraniuk, R. Ia. (1997). Tserkosporeloz pshenytsi [Cercosporiosis of wheat]. *Zakhyst roslyn — Plant protection*, 10, 10–11 [in Ukrainian].
 27. Ashmarina, L. F. (2015). Osobennosti zhiznennogo tsikla vzbuditelya kornevoy gnili *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) [Features of the life cycle of the causative agent of root rot *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.)]. *Sovremennaya mikologiya v Rossii — Modern mycology in Russia*, 5(4), 11–13 [in Russian].
 28. Tsyliuryk, O. I. (2019). Vplyv osnovnoho obrobitku hruntu na stupin poshkodzhennia shkidnykamy ta urazhenist khvorobamy zernovykh kultur [Influence of basic tillage on the degree of pest damage and diseases of cereals]. *Zernovi kultury — Cereals*, 3(1), 93–101 [in Ukrainian].
 29. Shakhova, N. M., Shapovalov, A. I. (2014). Khvoroby ozymoho zernovoho polia [Diseases of the winter grain field]. *Naukovi pratsi — Scientific works*, 232(220), 58–61 [in Ukrainian].
 30. Tsavkelova, Ye. A., Klimova, S. Yu., Cherdyntseva, T. A., & Netrusov, A. I. (2006). Gormony i gormonopodobnye soedineniya mikroorganizmov (obzor) [Hormones and hormone-like compounds of microorganisms (review)]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya — Applied Biochemistry and Microbiology*, 42(3), 161–168 [in Russian].

Received 03.05.2021