

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ В ЗАХИСТІ І ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВІВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

І. Б. ЛЕОНТЮК, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень з вивчення впливу обробки насіння мікробними препаратами Хетоміком, Азотобактерином–К та Екофосфорином на ураження збудниками хвороб грибної етіології посівів тритикале озимого. Встановлено, що обробка насіння перед сівбою сприяє обмеженню розвитку ураження рослин кореневими гнилями та хворобами листків, що в кінцевому результаті підвищує урожайність культури на 18,7–23,8 %.

Ключові слова: тритикале озиме, мікробні препарати, кореневі гнилі, борошниста роса, бура листкова іржа, септоріоз, урожайність

Нині Україна є одним із ключових гравців на світовому зерновому ринку. Водночас серед зернових культур тритикале відрізняється унікальним поєднанням кращих господарсько-біологічних ознак пшениці та жита. Його високий потенціал урожайності є результатом покращення характеристик адаптації до несприятливих умов (зимостійкість, посухостійкість, невибагливість до ґрунтів). Тому в останні роки спостерігається розширення площ посіву тритикале озимого, що дозволяє аграріям у різних регіонах стабільно отримувати високі врожаї зернових, особливо в роки екстремальних погодних умов [1, 2].

Разом з тим стабільне виробництво зерна тритикале озимого обмежене комплексом хвороб, серед яких найбільш поширеними та шкідливими є мікози. В останні десятиліття суттєва зміна кліматичних умов із тенденцією до збільшення теплозабезпеченості вегетаційного періоду призвела до трансформації компонентів системи «збудник – рослина – господар – середовище», в якій поширення набули грибні хвороби тритикале, що раніше не мали відчутного впливу на культуру. Зважаючи на це, з'ясування патогенного комплексу сільськогосподарських культур та розробка їх систем захисту на основі органічних технологій вирощування визначають пріоритетність напрямків досліджень та їх актуальність [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом аграрний сектор України зазнав значних змін, особливо з точки зору виробництва високоякісної та безпечної рослинної продукції [5]. В умовах агроценозів біологічна система схильна до дії як природних, так і антропогенних чинників у вигляді різноманітних агрозаходів, які змінюють тою чи іншою мірою ґрунтові

екосистеми. Найважливішою особливістю екологічно безпечного землеробства є активація природних мікробних систем, завдяки яким забезпечується покращення живлення сільськогосподарських культур [6].

У цих системах важливе значення відіграють такі мікробні процеси як: азотфіксація, фосфатмобілізація, антагонізм мікроорганізмів до фітопатогенів, синтез багатьма ґрунтовими мікроорганізмами біологічно активних речовин, здатних суттєво впливати на фізіологічний стан рослин і їх імунітет, тощо. Активізація рослинно-мікробних взаємодій є потужним чинником підвищення продуктивності посівів, хоча в сільськогосподарській практиці використовується ще недостатньо. Тому необхідна широкомасштабна біологізація агротехнологій вирощування зернових культур для забезпечення умов реалізації природних процесів [7].

Сучасні літературні джерела свідчать, що управління біологічними процесами в агроценозах можливе через інтродукцію агрономічно цінних штамів мікроорганізмів у ризосферу рослин, які підсилюють корисну мікробіоту та послаблюють негативну дію небажаних для реалізації їх потенціалу явищ [8–9].

Використання мікробних препаратів забезпечує постачання рослинам корисних мікроорганізмів в потрібній кількості, в потрібний час. Мікробні препарати, мають у своєму складі фізіологічно активні речовини бактеріального походження (своєрідні стимулятори росту), активно впливають на розвиток кореневої системи, формування значної адсорбуючої поверхні, що, в цілому, сприяє зростанню ступеня використання добрив інокульованими рослинами [10].

Важливе значення мікробіота відіграє у складі мікробних засобів захисту рослин від хвороб і шкідників, а саме серед азотфіксувальних, фосфатмобілізувальних мікроорганізмів, на основі яких створюються бактеріальні добрива, багато штамів є антагоністами фітопатогенної мікробіоти. Зокрема на основі ендofітної бактерії *Bacillus subtilis* створено високоефективний препарат Фітоспорин, який застосовують для обробки насіння сільськогосподарських культур замість протруювання хімічними пестицидами. Клітини і спори бактерій, які є основою препарату, швидко проникають у тканини проростків і захищають рослини від патогенів, контамінуючих внутрішні органи. Застосування фітоспорину підвищує врожайність сільськогосподарських культур на 20 % [11].

У зв'язку з вищенаведеним оглядом літератури, вивчення розширення аспектів використання мікробних препаратів у технологіях вирощування тритикале озимого набуває важливого значення.

Метою роботи було вивчення дії в посівах тритикале озимого мікробних препаратів на розвиток грибних хвороб і формування продуктивності посівів.

Методика досліджень. Закладання польових дослідів здійснювали за загальноприйнятими методиками в умовах НВВ Уманського національного університету садівництва упродовж 2021–2023 рр. Висівали тритикале озиме сорту Гарне. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений, малогумусний,

важкосуглинковий на лесі із вмістом гумусу 3,7 %, рН_{KCl} 5,4, гідролітична кислотність (Нг) 3,19 смоль/кг, ємність катіонного обміну (ЄКО) 31,4 смоль/кг, вміст азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) 112 мг/кг, рухомих сполук фосфору й калію (за методом Чирикова) відповідно 109 мг/кг і 124 мг/кг. Площа облікової ділянки – 50 м², повторність досліду – триразова, розміщення варіантів – послідовне. В досліді використовували мікробні прапарати: Азотобактерин-К – біопрепарат на основі асоціації ґрунтових бактерій *Azotobacter chorococcum* і *Azotobacter vinelandii* з азотфіксувальною та біосинтетичною активністю, титр 108 кл./мл, норма витрати 0,5–1,0 л/т; Хемотік – біологічний препарат на основі гриба-антагоніста *Chaetomium cochliodes* 3250 титр не менше $0,4-0,5 \times 10^9$ спор гриба/г препарату. Оптимальна норма витрати препарату для зернових і зернобобових культур становить 1,0–1,2 кг/т; Екофосфорин – комплексний біопрепарат, що включає культуральну рідину штамів *Agrobacterium radiobacter* ІМВ В-7246 з концентрацією клітин не менше $2,0 \times 10^9$ кл/мл та *Bacillus megaterium* ІМВ В-7168 з концентрацією клітин не менше $1,0 \times 10^9$ кл/мл у співвідношенні 1:1. Препарат також може включати культуральну рідину *Azotobacter chroococcum* ІМВ В-7171 з концентрацією клітин не менше $0,5 \times 10^8$ кл/мл. Норма витрати становить 0,5–1,0 л/т.

Обліки хвороб листків тритикале озимого здійснювали в фазу виходу рослин в трубку (борошнистої роси, бурої листкової іржі, септоріозу листя), кореневих гнилей – у фазі виходу в трубку, цвітіння, воскової стиглості зерна за методикою В. П. Омелюти [12].

Результати досліджень. Серед зернових культур тритикале озимому, як і іншим злаковим культурам, найбільшої шкоди завдають кореневі гнилі. Вони уражають первинні та вторинні корені, підземне міжвузля і основу стебла. Збудниками кореневих гнилей є різні види патогенних грибів.

У посівах тритикале озимого нами були проведені дослідження, спрямовані на вивчення впливу мікробних препаратів на розвиток кореневих гнилей. У результаті було встановлено, що найбільше зниження розвитку кореневих гнилей було відмічено у варіанті з Хетоміком. Так, у фазі виходу в трубку в середньому за три роки досліджень рівень розвитку хвороби знижувався у 2,4 рази порівняно з контролем і становив 5,3 %. Ця ж тенденція зберігалася й в інші фази розвитку культури, а саме – цвітіння та воскової стиглості зерна, де рівень розвитку кореневих гнилей складав 8,2 % та 27,3 %. Така дія препарату пояснюється тим, що біоагент гриб-антагоніст *Chaetomium cochliodes* активно колонізує кореневу систему і обмежує розвиток фітопатогенних грибів-збудників кореневих гнилей тритикале озимого. Крім того препарат містить фітогормональні речовини, які за характером дії на рослини відносяться до ауксинів, гіберелінів і брасиностероїдів, а також – арахідонову кислоту, яка є біогенним еліситором, що індукує системну імунну відповідь рослин на дію патогенів і несприятливих екологічних чинників.

Обробка насіння Азотобактерином-К та Екофосфорином також мала позитивний вплив на обмеження розвитку кореневих гнилей. Проте найнижчий

рівень розвитку хвороб відмічався у фазу виходу в трубку – 10,4 % та 8,5 % відповідно до обробки насіння Екофосфорином та Азотобактерином-К. В інші фази (цвітіння та воскової стиглості) також відмічалось зменшення відсотка розвитку корневих гнилей в порівнянні до контрольного варіанту зі збереженням тенденції за препаратами. Біоагенти препарату Азотобактерину-К проявляли антагонізм до фітопатогенних грибів роду *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium* та ін., а також підвищували стійкість до хвороб вірусної та бактеріальної етіології чим і пояснюється вищий відсоток зниження корневих гнилей в порівнянні з внесенням Екофосфору. У той час Екофосфорин містить природний збалансований комплекс фізіологічно активних продуктів їх метаболізму: вітаміни групи В, фітогормони стимулювальної дії, ферменти, амінокислоти, органічні кислоти, які в свою чергу підсилюють опірність рослин тритикале озимого до даного захворювання (табл. 1).

Табл. 1. Вплив мікробних препаратів на розвиток корневих гнилей (%) тритикале озимого, середнє за 2021–2023 рр.

Варіант дослідження	Фази розвитку		
	вихід у трубку	цвітіння	воскової стиглості зерна
Контроль (без обробки препаратами)	12,6	18,2	35,5
Екофосфорин	10,4	14,3	33,6
Хетомік	5,3	8,2	27,3
Азотобактерин-К	8,5	11,6	30,4

Серед листових хвороб тритикале, найбільш поширеними є – бура листовка іржа, септоріоз і борошниста роса [13]. Погодні умови травня-червня упродовж 2021–2023 рр. сприяли розвитку та поширенню даних хвороб. Так, розвиток борошністої роси (*Blumeria graminis*) в середньому за три роки досліджень в контрольному варіанті становив 12,6 %, а за обробки насіння мікробними препаратами варіював від 1,6 % (за внесенням Хетоміку) до 3,4 % (Азотобактерину-К) та 3,7 % (обробки Екофосфорином) (табл. 2).

Табл. 2. Розвиток хвороб листя (%) тритикале озимого залежно від внесених мікробних препаратів, 2021 – 2023 рр.

Варіант дослідження	Борошниста роса	Бура листовка іржа	Септоріоз
Контроль (без обробки препаратами)	4,4	5,2	7,9
Екофосфорин	3,7	3,9	6,6
Хетомік	1,6	2,1	5,3
Азотобактерин-К	3,4	3,6	6,0

Серед хвороб листя тритикале озимого домінували бура листкова іржа та септоріоз, однак за обробки насіння Хетоміком розвиток бурої листкової іржі становив 2,1 % та був найнижчим в порівнянні з іншими варіантами (Екофосфорин – 3,9 %; Азотобактерин-К – 3,6 %) за 5,2 % – у контролі. Максимальний розвиток септоріозу листя простежувався в контрольному варіанті (7,9 %), проте за обробки насіння мікробними препаратами знижувався до 5,3–6,6 %.

Залежно від впливу досліджуваних препаратів на розвиток грибних хвороб формувалась різна продуктивність посівів (табл. 3).

Табл. 3. Вплив мікробних препаратів на урожайність тритикале озимого, (т/га, 2021–2023 рр.).

Варіант досліджу	2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє
Контроль (без обробки препаратами)	5,61	5,45	5,32	5,46
Екофосфорин	6,72	6,41	6,30	6,48
Хетомік	7,04	6,76	6,49	6,76
Азотобактерин-К	6,84	6,53	6,36	6,58
<i>НІР₀₅</i>	0,96	0,94	0,97	–

Так, у всіх варіантах з використанням мікробних препаратів урожай зерна був вищим, ніж у контролі. Проте найефективнішою виявилася обробка препаратом Хетомік, де приріст врожаю в середньому за роки досліджень складав до контролю 23,8 %. Застосування Азотобактерину-К теж сприяло підвищенню врожайності даної культури в усі роки досліджень в середньому на 20,5 %. Деяко нижчу, в порівнянні з попередніми варіантами, врожайність тритикале озимого було відмічено за застосування Екофосфору, де приріст до контролю склав 18,7 %.

Висновки. Таким чином, отримані результати досліджень свідчать про перспективність застосування в технологіях вирощування тритикале озимого мікробних препаратів – Хетоміка, Азотобактерину-К та Екофосфору, за використання яких простежується обмеження розвитку кореневих гнилей до рівня 5,3–27,3 %, листкових хвороб – 1,6–5,3 % за зростання урожайності на 18,7–23,8 %.

Література:

1. Авраменко С., Цехмейструк М., Шелякін В., Глибокий О. Тритикале. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 3 (202). Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/247-trytykale.html>.
2. Васильєв С.В. Народногосподарське значення тритикале та перспективи його використання для розширення сировинної бази харчових виробництва. *Зернові продукти і комбікорми*. 2016. Т. 62. Вип. 2. С. 13–18.

3. Левченко О. С., Стариченко В. М. Особливості формування і прояву ознак зернової продуктивності у тритикале озимого. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. №1. С. 20–27.

4. Писаренко В. П., Москалець В. В. Агроекологічні особливості впливу мікробних препаратів на кількісні параметри якості зерна тритикале озимого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. №1. С. 7–11.

5. Ключевич М. М., Столяр С. Г. Захист тритикале озимого від мікозів за органічного виробництва фітопродукції в Поліссі України. *Досягнення України і ЄС в області екології, біології, хімії, географії та аграрних науках*. Рига. Латвія: Baltija Publishing, 2021. С. 53–70.

6. Писаренко В. П., Москалець В. В., Москалець Т. З., Москалець В. І. Агроекологічні аспекти застосування мікробних препаратів на посівах тритикале озимого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. №3. С. 11–19.

7. Гриник І. В., Патица В. П., Шкатула Ю. М. Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. №4. С. 7–11.

8. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. К.: Аграрна наука, 2006. 312 с.

9. Kapulnik Y. Plant growth promoting by rhizosphere bacteria. *Plant Roots. The Hidden Halls*. New York: Marcel Dekkers, 1996. P. 769–781.

10. Волкогон В. Мікробіологи пропонують змінити стратегію удобрення сільгоспкультур. *Пропозиція*. 2009. №5. С. 52–54.

11. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур В.А. Мікробіологічні препарати – складова органічного землеробства. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. №7(47). С. 11–16.

12. Омелюта В. П. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур/ за ред. Омелюти В. П. Київ: Урожай, 1986. 288 с.

13. Kurowski T. P. et al. The sanitary of winter triticale cultivated in perennial monoculture. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2012. Vol. 15. P. 84–86.

References:

1. Avramenko, S., Tsehmeistruk, M., Shelyakin, V., Hlyboky, O. (2011). Triticale. *Agrobusiness today*, no. 3 (202). Access mode: <http://www.agrobusiness.com.ua/agronomiia-siogodni/247-trytykale.html>. (in Ukrainian).

2. Vasiliev, S. V. (2016). The national economic importance of triticale and the prospects of its use to expand the raw material base of food production. *Cereal products and compound feed*. 2016. T. 62. Issue 2. P. 13 – 18. (in Ukrainian).

3. Levchenko, O. S., Starychenko, V. M. (2020). Peculiarities of the formation and manifestation of signs of grain productivity in winter triticale. *Cereal crops*, vol. 4, no. 1, pp. 20–27. (in Ukrainian).

4. Pisarenko, V. P., Moskalets, V. V. (2013). Agroecological features of the effect of microbial preparations on the quantitative quality parameters of winter triticale grain. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, no. 1, pp. 7–11. (in Ukrainian).

5. Klyuchevich, M. M., Stolyar, S. G. (2021). Protection of winter triticale from mycoses during organic production of plant products in the Policy of Ukraine. *Achievements of Ukraine and the EU in the field of ecology, biology, chemistry*,

geography and agricultural sciences. Riga. Latvia: Baltija Publishing, pp. 53–70. (in Ukrainian).

6. Pisarenko, V. P., Moskalets, V. V., Moskalets, T. Z., Moskalets, V. I. (2012). Agroecological aspects of the use of microbial preparations on winter triticale crops/. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, no. 3, pp. 11–19. (in Ukrainian).

7. Hrynyk, I.V., Patyka, V. P., Shkatula, Y. M. (2011). Microbiological foundations of increasing the yield and quality of grain crops. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, no. 4, pp. 7–11. (in Ukrainian).

8. Volkogon, V. V., Nadkernychna, O. V., Kovalevska, T. M. Et al. (2006). Microbial preparations in agriculture. Theory and practice. K.: Agrarian science, 312 p. (in Ukrainian).

9. Kapulnik, Y. (1996). Plant growth promoting by rhizosphere bacteria. *Plant Roots*. New York: Marcel Dekkers, pp. 769–781.

10. Volkogon, V. (2009). Microbiologists propose to change the strategy of fertilization of agricultural crops. *Proposal*, no. 5, pp. 52–54. (in Ukrainian).

11. Ostapchuk, M. O., Polishchuk, I. S., Mazur, V. A. (2011). Microbiological preparations are a component of organic farming. *Collection of scientific papers of VNAU*, no. 7(47), pp. 11–16. (in Ukrainian).

12. Omeluta, V. P. (1986). Accounting of pests and diseases of agricultural crops. Edited by Omeluta V. P. Kyiv: Urozhai, 288 p. (in Ukrainian).

13. Kurowski T. P. et al. (2012). The sanitary of winter triticale cultivated in perennial monoculture. *Acta fytotechnica et zootechnica*, vol. 15, pp. 84–86.

Annotation

Leontyuk I. B.

The effectiveness of microbial preparations in the protection and formation of the productivity of winter triticale crops.

As a result, it was established that the greatest reduction in the development of root rot was noted in the variant with Hetomik. Thus, in the phase of entering the tube, the rate of development of the disease decreased by 2.4 times compared to the control and amounted to 5.3 % during the three years of research. The same trend persisted in other phases of crop development, namely flowering and waxy grain maturity, where the level of root rot development was 8.2 % and 27.3 %. Seed treatment with Azotobacterin-K and Ecophosphorin also had a positive effect on limiting the development of root rot. However, the lowest level of disease development was observed in the tube emergence phase – 10.4 % and 8.5 %, respectively, after seed treatment with Ecophosphorin and Azotobacterin-K.

The development of powdery mildew on average over the three years of research in the control variant was 12.6 %, and when treating seeds with microbial preparations it varied from 1.6 % (after application of Hetomik) to 3.4 % (Azotobacterin-K) and 3.7 % (treatments with Ecophosphorin).

During seed treatment with Hetomik, the development of brown leaf rust was 2.1 % and was the lowest compared to other options (Ekophosphorin – 3.9 %; Azotobacterin-K – 3.6 %) for 5.2 % – in the control. The maximum development of septoriossis of the leaves was observed in the control variant (7.9 %), but it decreased to 5.3–6.6 % when the seeds were treated with microbial preparations.

When treated with the drug Hetomik, the yield increase on average over the years of research was 23.8 % compared to the control. The use of Azotobacterin-K also helped to increase the yield of this crop in all years of research by an average of 20.5 %. A slightly lower yield of winter triticale was noted for the use of Ecophosphorin, where the increase compared to the control was 18.7 %, compared to the previous options. The obtained results of the research indicate the promising application of microbial preparations in winter triticale cultivation technologies – Hetomik, Azotobacterin-K and Ecophosphorin, which can be used to limit the development of root rots to 5.3–27.3 %, leaf diseases – 1.6–5, 3 % for an increase in productivity by 18.7–23.8 %.

Key words: winter triticale, microbial preparations, root rot, powdery mildew, brown leaf rust, septoriosi, yield

УДК: 633.11:[57.018.6+581.144.4:631.86/.87]

DOI: 10.32782/2415-8240-2023-103-1-34-41

ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ ТА ВМІСТУ ПІГМЕНТІВ У РОСЛИНАХ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

В. В. КАРПЕНКО, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень стосовно впливу біологічних препаратів мікробного походження на формування площі листкового апарату тритикале озимого та вмісту в листках пігментів. Встановлено, що досліджувані препарати позитивно впливали як на формування площі листків, так і на вміст у них хлорофілів. Найбільшу площу листкового апарату рослини тритикале озимого формували за обприскування посівів Бактофітом на фоні обробки насіння перед сівбою Меланорізом, де показники у порівнянні з контролем зростали на 21–23 %. Ці ж варіанти дослідження забезпечували у порівнянні з контролем найвищі показники вмісту хлорофілів: а – 17–28 %, хлорофілу b – 9–17 %, a+b – 15–24 %.

Ключові слова: площа листкового апарату, вміст пігментів, біологічні препарати, тритикале озиме.

Вступ. Відповідно до сучасних теоретичних уявлень про механізми функціонування і взаємозв'язки донорно-акцепторної системи рослинних організмів, головними фізіолого-біохімічними процесами у рослині, від яких безпосередньо залежить забезпечення ефективності продукційного процесу, є інтенсивність процесу фотосинтезу, тобто синтезу і транспорту метаболітів. Головними показниками, що визначають інтенсивність фотосинтезу, є площа листкового апарату та вміст у ньому пігментів. Зростання цих показників