

УДК 633.16: 632.4

DOI: 10.15587/2519-8025.2017.99839

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ МІКРО-1 ПРОТИ ХВОРОБ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ПОЛІССЯ

© О. В. Чайка, С. В. Лапа, Т. М. Тимошук, Н. В. Грицюк

У польових і лабораторних умовах досліджено антагоністичну активність штаму *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404 (Мікро-1) з титром $1-3 \times 10^7$ КУО/мл по відношенню до плямистостей листя та кореневих гнилей ячменю ярого. Встановлено, що застосування біопрепарату Мікро-1 в посівах ячменю ярого забезпечує підвищення на 0,35–0,45 т/га урожайності зерна порівняно з контролем

Ключові слова: Мікро-1, ячмінь ярий, стійкість, розвиток хвороби, біопрепарат, фунгіцид, кореневі гнилі, плямистості листя, урожайність, ефективність

1. Вступ

Сучасне виробництво екологічно чистої сільськогосподарської продукції передбачає використання перспективних біологічних методів захисту рослин. Агенти біологічного захисту не забруднюють навколишнє середовище, проявляють високу селективність, зручні для масового виробництва та мають невичерпні ресурси для цього. Саме тому, більшість розвинутих країн світу надають переваги екологічно безпечним методам регуляції чисельності шкідливих організмів у агрофітоценозах.

2. Літературний огляд

Погіршення стану природного навколишнього середовища в Україні зумовлено значною кількістю негативних екологічних чинників, у тому числі застосуванням хімічних засобів захисту рослин [1]. Адже при вирощуванні сільськогосподарських культур в Україні щороку відбувається внесення пестицидів та інших отрутохімікатів в обсягах понад 25 тис. тонн. Перспективним є випробування так званих альтернативних систем, які обмежують використання пестицидів [2]. Впровадження такої інноваційної системи захисту рослин, що передбачає використання корисних організмів і продуктів їх життєдіяльності та створення на їх основі біологічних препаратів є основним стратегічним заходом контролю шкідливих організмів у сучасних агроєкосистемах [3].

Важливу роль у пригніченні розвитку хвороб сільськогосподарських культур відіграють бактерії роду *Bacillus* sp. [4]. Відмічено також доцільність застосування бактерій роду *Pseudomonas* sp. в захисті сільськогосподарських рослин від збудників хвороб [5]. З грибних біологічних агентів, які широко застосовують у нашій країні та за її межами для контролю розвитку фітопатогенів важливу роль належить роду *Trichoderma* spp. [6]. Ізоляти родів *Trichoderma* spp. здатні продукувати антибіотики, проявляти токсичну дію на патогенів рослин та порушувати обмін речовин, що призводить до їх загибелі [7]. Всі вище зазначені мікроорганізми здатні колонізувати надземні і підземні органи рослин та пригнічувати ріст фітопатогенних грибів і бактерій за рахунок позаклітинних метаболітів, підвищуючи стійкість рослин [8].

У США, Голландії, Бельгії та Франції існують Державні програми зі скорочення застосування отрутохімікатів за рахунок впровадження понад 40 біоло-

гічних препаратів на основі різних грибів та бактерій-антагоністів. Це свідчить про перспективність та розширення сфери їх застосування у контролі розвитку фітопатогенів із родів *Helminthosporium* spp., *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Sclerotinia* spp., *Xanthomonas* spp., *Botrytis* sp., *Colletotrichum* spp., *Phoma* spp., *Phytophthora* spp., *Verticillium* spp. та ін. [9–10]. У багатьох країнах світу широко проводяться дослідження, спрямовані на пошук високоактивних штамів мікроорганізмів для створення на їх основі мікробіологічних препаратів, які захищають рослини від фітопатогенів, стимулюють їх ріст і розвиток, підвищують продуктивність [11].

Таким чином, інновації у біологічному захисті рослин дали можливість науковцям створити певний арсенал біологічних засобів, які без завдання шкоди навколишньому середовищу можуть контролювати розвиток хвороб в агроценозах. Саме тому, актуальними залишаються завдання щодо підвищення ролі мікробів-антагоністів у біоценотичній регуляції шкідливих організмів у системі патоген-рослина-продукція. Також не менш важливим аргументом на користь застосування біопрепаратів є те, що вони екологічно безпечні та мають порівняно низьку вартість.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – встановлення ефективності штаму *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404 (Мікро-1) проти хвороб ячменю ярого.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

– обґрунтувати доцільність використання штаму *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404 для біологічного контролю розвитку збудників хвороб в агроценозі ячменю ярого;

– дослідити технічну ефективність застосування біопрепарату на розвиток гриба *Cochliobolus sativus* Drechsler ex Dastur;

– встановити вплив біопрепарату на ураженість рослин ячменю хворобами та урожайність зерна;

– обґрунтувати економічну ефективність застосування біологічних препаратів для фітосанітарної оптимізації агроценозу ячменю ярого.

4. Матеріали та методи дослідження

Дослідження проводили протягом 2014–2016 рр. на дослідному полі та в лабораторії кафедри

захисту рослин Житомирського національного агроекологічного університету. Схема польового дослідження включає варіанти: контроль (обробка водою), Аканто плюс, к. с. (еталон) з нормою використання 0,5 л/га та біопрепарат Мікро-1 (основний інгредієнт якого є штам *B. amyloliquifaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404). Площа дослідної ділянки – 20 м², повторність чотириразова. Агротехніка вирощування ячменю ярого загальноприйнята для зони Полісся.

Розвиток хвороб і технічну ефективність застосування препаратів проти хвороб листя визначали за методикою розробленою фахівцями Інституту захисту рослин НААН [12]. Облік урожаю ячменю на дослідних ділянках проводили шляхом відбору пробних снопів.

Насіння ячменю ярого обробляли за схемою:

- 1) контроль (обробка водою);
- 2) Ламардор 400 FS, ТН, 0,2 л/т (еталон);
- 3) Мікро-1, 1–3×10⁷ КУО/мл (*B. amyloliquifaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404).

Ефективність біопрепарату досліджували у лабораторних умовах на фоні зараження моноспоровим ізолятом гриба *Cochliobolus sativus* Drechsler ex Dastur. Збудник гельмінтоспоріозної кореневої гнилі ячменю вирощували на картопляно-глюкозному агарі в чашках Петрі протягом 1–2 тижнів. Зараження проводили методом агарових блоків. Для цього в пластикові циліндричні ємності поміщали 40 г стерильного піску, зверху накривали агаровим диском, колонізованим відповідною культурою гриба. По диску рівномірно, на відстані 1–1,5 см одне від одного, розміщали оброблене насіння ячменю ярого, прикривали агарові блоки тим же стерильним піском (5 г). Пісок зволожували водою і залишали для пророщування при кімнатній температурі, періодично поливаючи [13].

Обліки розвитку кореневої гнилі проводили через 4 тижні на колеоптилі і первинних коренях та такою шкалою: 0 бала – ураження немає; 1 бал – уражено до 25 % первинних коренів; 2 бали – ураже-

но 25–50 % коренів; 3 бали – ураження охопило більше 50 % первинних коренів, бурі плями на колеоптилі; 4 бали – проростки загинули. Статистичний аналіз експериментальних даних розраховували дисперсійним методом за методикою О. Б. Доспехова, використовуючи комп'ютерну програму Ільякова.

5. Результати досліджень та їх обговорення

В результаті передпосівної обробки насіння ячменю суспензією бактерій *B. amyloliquifaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404, відмічено зниження розвитку звичайної (гельмінтоспоріозної) кореневої гнилі порівняно з контролем та еталоном Ламардор 400 FS, ТН 0,2 л/т (табл. 1).

При обробці насіння ячменю біофунгіцидом Мікро-1 спостерігали зниження розвитку звичайної (гельмінтоспоріозної) кореневої гнилі на 1,21 бали, а при обробці хімічним препаратом Ламардор 400 FS, ТН (0,2 л/т) – на 1,49 бали порівняно з контрольним варіантом. Це свідчить, про колонізацію штамом кореневої системи рослин та збереження ним антагоністичних властивостей, щодо ґрунтових фітофагів. Технічна ефективність застосування біологічного фунгіциду на основі бактерії *B. amyloliquifaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404 проти звичайної кореневої гнилі ячменю становила 51,3 %, що лише на 11,8 % менше порівняно із застосуванням хімічного препарату Ламардор 400 FS, ТН, 0,2 л/т.

Проведення обліку ураженості рослин ячменю ярого свідчить, що розвиток змінюється за роками та перевищує економічний поріг шкідливості (табл. 2).

В результаті проведених досліджень встановлено, що на ділянках із одноразовим внесенням біопрепарату Мікро-1 (кущення) шляхом обприскування посіву з титром 1–3×10⁷ КУО/мл проти гельмінтоспоріозу його технічна ефективність становила 43,8 %, при дворазовому застосуванні (кущення, колосіння) – 46,8 %.

Таблиця 1

Ефективність обробки насіння ячменю Мікро-1 за штучного зараження збудником *Cochliobolus sativus* Drechsler ex Dastur, (вег. дослід)

Варіант дослідження	Розвиток хвороби, бал	Технічна ефективність, %
Контроль (обробка водою)	2,36	–
Ламардор 400 FS, ТН, 0,2 л/т (еталон)	0,87	63,1
Мікро-1, 1–3×10 ⁷ КУО/мл (<i>B. amyloliquifaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> IMB B-7404)	1,15	51,3
НІР ₀₅	0,7	–

Таблиця 2

Вплив обробки посівів біофунгіцидом на ураженість гельмінтоспоріозом ячменю ярого, середнє за 2014–2016 рр.

Варіант дослідження	Діюча речовина/інгредієнт	Розвиток хвороб, %	Технічна ефективність, %
Контроль (обробка водою)	–	37,6	–
Аканто плюс, к. с., 0,5 л/га (еталон)	пікоксістробін – 200 г/л, ципроконазол – 80 г/л	19,5*–18,0**	48,1*–52,1**
Мікро-1, 1–3×10 ⁷ КУО/мл	<i>B. amyloliquifaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> IMB B-7404	21,1*–20,0**	43,8*–46,8**
НІР ₀₅		4,1*–5,2**	

Примітка: * – внесення препарату у фазі кущення; ** – внесення препарату у фазі кущення та колосіння

Ураження ячменю ярого гельмінтоспориозом на контрольному варіанті становило 37,6 %, внесення біопрепарату у фазі кушення зменшує на 16,5 % його розвиток, а дворазове внесення у фазах кушення та колосіння – на 17,6 % порівняно з контролем. Обприскування посівів Аканто плюс, к. с. (0,5 л/га) у фазі кушення забезпечує зменшення на 18,1 % розвиток хвороби, а у фазах кушення та колосіння – на 19,6 % порівняно із контролем.

Технічна ефективність при застосуванні біологічного препарату Мікро-1 становить 43,8–46,8 %, що лише на 4,3–5,3 % менше порівняно із застосуванням хімічного препарату Аканто плюс, к. с. (0,5 л/га).

Урожайність зерна ячменю ярого при обробці посівів біологічним препаратом Мікро-1 підви-

щується на 0,35–0,45 т/га порівняно з контролем (табл. 3).

Обприскування посівів фунгіцидом Аканто плюс, к. с. (0,5 л/га) підвищує на 0,42–0,55 т/га або 12,8–16,9 % урожайність зерна порівняно з контролем. Аналіз економічної ефективності застосування фунгіциду та біопрепарату свідчить, що дворазове застосування Аканто плюс, к. с. (0,5 л/га) дає можливість збільшити прибуток з 1470 до 1925 грн/га (рис. 1).

Застосування Мікро-1, $1-3 \times 10^7$ КУО/мл у фазі кушення збільшує приріст урожаю на 10,7 % або 1345,00 грн., а повторне обприскування у фазі колосіння на 13,8 % або 1455,00 грн. при цьому рентабельність збільшується з 1,3 до 1,7 %.

Таблиця 3

Господарська ефективність застосування препарату Мікро-1 в агроенезі ячменю ярого, середнє за 2014–2016 рр.

Варіант дослідю	Урожайність, т/га	Різниця з контролем	
		т/га	%
Контроль (обробка водою)	3,26	–	–
Аканто плюс, к. с., 0,5 л/га (еталон)	3,68*–3,81*	0,42*–0,55**	12,8*–16,9**
Мікро-1, $1-3 \times 10^7$ КУО/мл (<i>B. amyloliquefaciens</i> subsp. <i>plantarum</i> IMB B-7404)	3,61*–3,71**	0,35*–0,45**	10,7*–13,8**
НІР	9,4*–7,6**		

Примітка: * – внесення препарату у фазі кушення; ** – внесення препарату у фазі кушення та колосіння

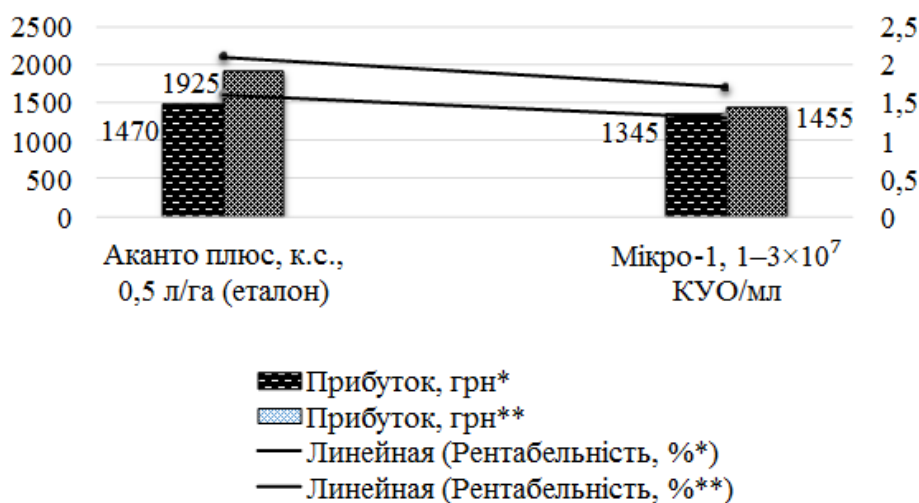


Рис. 1. Економічна ефективність застосування Мікро-1 у посівах ячменю ярого, 2014–2016 рр.

6. Висновки

Біопрепарат Мікро-1 з титром $1-3 \times 10^7$ КУО/мл (*B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404) проявив комплексну захисну дію щодо хвороб ячменю.

Передпосівна обробка насіння ячменю ярого забезпечує зниження кореневих гнилей вдвічі, що вказує на його антагоністичну дію проти ґрунтових фітопатогенів. Обприскування посівів у фазі кушення та колосіння забезпечує зниження гельмінтоспориозу на 46,8 %, що всього на 5,3 % нижче порівняно із застосуванням Аканто плюс, к.с. з нормою витрати 0,5 л/га.

Застосування біопрепарату Мікро-1 в період вегетації шляхом обприскування посівів підвищує на 10,7–13,8 % урожайність зерна ячменю ярого порівняно з контролем.

Таким чином, штам *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* IMB B-7404 ($1-3 \times 10^7$ КУО/мл) є ефективним і перспективним засобом захисту ячменю ярого від хвороб.

Подальші дослідження слід зосередити на вивчення ефективності сумісного застосування хімічних фунгіцидів і біопрепарату Мікро-1.

Література

1. Чайка, О. В. Ефективність комплексних обробок посівів ячменю озимого проти хвороб [Текст] / О. В. Чайка, Ю. В. Шеремет, Т. В. Чайка, М. П. Капралюк // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – Т. 1, № 2. – С. 120–127.

2. Тимошук, Т. М. Ефективність природоохоронної системи захисту насінневих посівів озимої пшениці від шкідливих організмів в умовах Полісся України [Текст] / Т. М. Тимошук, О. А. Дереча, М. А. Дажук // Вісник Сумського ДАУ. – 2004. – № 1 (8). – С. 152–155.
3. Buga, S. Biological substantiation of winter wheat protection tactics against the diseases [Text] / S. Buga, A. Iliuk // Zemdirbyste-Agriculture. – 2008. – Vol. 95, Issue 3. – P. 36–42.
4. Dragovoz, I. V. Influence of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* IMV B-7404 strain exometabolites on phenylalanine ammonia-lyase activity in winter wheat seedlings [Text] / I. V. Dragovoz, Yu. V. Korzh, N. O. Leonova, V. M. Iliash, L. V. Avdeeva // The Ukrainian Biochemical Journal. – 2015. – Vol. 87, Issue 6. – P. 136–142. doi: 10.15407/ubj87.06.136
5. Khare, E. Suppression of charcoal rot of chickpea by fluorescent *Pseudomonas* under saline stress condition [Text] / E. Khare, D. K. Maheshwari, K. A. Naveen // Current Microbiology. – 2011. – Vol. 62, Issue 5. – P. 1548–1553. doi: 10.1007/s00284-011-9895-3
6. Domoradzki, M. Otoczkowanie nasion buraka cwikowego preparatem Chitosan i zarodnikami grzybow *Trichoderma viride* i *Phytium oligandrum* [Text] / M. Domoradzki, W. Korpala // Chemik. – 2008. – Vol. 61, Issue 9. – P. 459–460.
7. Sivan, A. Integrated control of Fusarium crown and root rot of tomato with *Trichoderma harzianum* [Text] / A. Sivan, I. Chet // Crop Protection. – 1993. – Vol. 12, Issue 5. – P. 380–386. doi: 10.1016/0261-2194(93)90082-t
8. Sultan, M. Investigations on the efficacy of *Bacillus* spp. strains on suppression of tomato diseases [Text] / M. Sultan // Deutsche Pflanzenschutztagung. – Kiel, 2008. – Vol. 417. – P. 432.
9. Urrea, R. Selection of antagonistic bacteria isolated from the *Physalis peruviana* rhizosphere against *Fusarium oxysporum* [Text] / R. Urrea, L. Cabezas, R. Sierra, M. Cardenas, S. Restrepo, P. Jimenez // Journal of Applied Microbiology. – 2011. – Vol. 111, Issue 3. – P. 707–716. doi: 10.1111/j.1365-2672.2011.05092.x
10. Peng, G. Potential biological control of clubroot on canola and crucifer vegetable crops [Text] / G. Peng, L. McGregor, R. Lahlali, B. D. Gossen, S. F. Hwang, K. K. Adhikari et. al. // Plant Pathology. – 2011. – Vol. 60, Issue 3. – P. 566–574. doi: 10.1111/j.1365-3059.2010.02400.x
11. Niazi, A. Complete genome sequence of a plant associated bacterium *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* UCMB5033 [Text] / A. Niazi, Sh. Manzoor, S. Bejai, J. Meijer, E. Bongcam-Rudloff // Standards in Genomic Sciences. – 2014. – Vol. 9, Issue 3. – P. 718–725. doi: 10.4056/signs.4758653
12. Трибель, С. О. Методика випробування і застосування пестицидів [Текст] / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун та ін.; ред. С. О. Трибель. – К.: Світ, 2001. – 447 с.
13. Грицюк, Н. В. Вплив комплексних препаратів для передпосівної обробки насіння на ураженість кореневими гнилями та продуктивність пшениці озимої [Текст] / Н. В. Грицюк // Захист і карантин рослин. – 2013. – № 59. – С. 63–71.

*Рекомендовано до публікації д-р біол. наук Крючкова Л. О.
Дата надходження рукопису 07.03.2017*

Чайка Олександр Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, кафедра захисту рослин, Житомирський національний агроекологічний університет, бул. Старий, 7, м. Житомир, Україна, 10008
E-mail: al_chaika@mail.ru

Лапа Світлана Володимирівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України, вул. Академіка Заболотного, 154, м. Київ, Україна, 03143
E-mail: slapa@ukr.net

Тимошук Тетяна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, кафедра захисту рослин, Житомирський національний агроекологічний університет, бул. Старий, 7, м. Житомир, Україна, 10008
E-mail: tat-niktim@ukr.net

Грицюк Наталія Вікторівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач, кафедра захисту рослин, Житомирський національний агроекологічний університет, бул. Старий, 7, м. Житомир, Україна, 10008
E-mail: ngritsyuk@mail.ru