

УДК 579.64:631.811.98:632.952:632.955:633.111

ВПЛИВ МЕТАБОЛІЧНИХ БІОПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ ҐРУНТОВИХ СТРЕПТОМІЦЕТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ

Л.О. Білявська

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

Встановлено, що нові поліфункціональні метаболічні біопрепарати на основі комплексу біологічно активних речовин з ґрунтових стрептоміцетів Аверком, з додаванням еліситорів саліцилової кислоти або хітозану, та Віолар і Фітовіт сприяють збільшенню у кореневій зоні пшениці ярої чисельності мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп, а в рослинних клітинах активності ензиму фенілаланінаміак-ліази, що свідчить про індукцію стійкості рослин до патогенів. Крім того, зменшується рівень ураження рослин пшениці ярої кореневими гнилями та фітопаразитичними нематодами. Обґрунтовано, що за дії Аверкому нова-2, Віолару і Фітовіту врожайність зерна збільшується на 16,9–32,5% порівняно з контролем і на 10,9–25,7% — з використанням хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ, до того ж покращується якість та класність зерна. Використання нових поліфункціональних метаболічних біопрепаратів надасть можливість знизити пестицидне навантаження на агроценози, поліпшити екологічний стан та підвищити продуктивність агроєкосистем.

Ключові слова: *метаболічні біопрепарати, ґрунтові стрептоміцети, індуктори стійкості рослин, пшениця яра, кореневі гнилі, паразитичні нематоди, ризосферні мікроорганізми, ефективність, врожайність.*

Пшениця яра (*Triticum aestivum* L.) є стратегічною зерною культурою, що забезпечує потреби нашої країни у високоякісному зерні для хлібопекарської та макаронної промисловості. Особливо зростає значення пшениці ярої у збільшенні виробництва продовольчого зерна у разі необхідності пересіву площ пшениці озимої, що загинула внаслідок несприятливих умов перезимівлі. Пшениця яра має також кормове значення, адже зерно культури використовують для виготовлення комбікорму, висівки — як концентрований корм, солому і полуку — як грубі корми [1].

З підвищенням культури землеробства розширюються і посівні площі пшениці ярої, що в Україні за роки незалежності істотно збільшились — з 9 тис. га у 1990 р. до 495 тис. га у 2012 р. Пшениця яра, як і озима, стає важливою зерною культурою

держави, підвищуючи її продовольчу безпеку [2].

Для того щоб використати повною мірою потенціал високоврожайних сортів пшениці ярої, необхідно розробити екологічно безпечні технології її вирощування, які дадуть змогу поліпшити живлення рослин, захистити їх від шкідливих організмів, збільшити врожайність і покращити якість одержуваної продукції рослинництва [2, 3].

На сьогодні в системі інтегрованого захисту рослин від хвороб дедалі більше уваги відводиться біологічному методу як найбільш безпечному і екологічному, тому застосування біопрепаратів для захисту від корневих гнилей, фітонематод, листостеблових інфекцій є виправданим [3]. Широкого поширення у практиці захисту зернових від шкідливих організмів здобуло використання біопрепаратів, які підвищують стійкість рослин до фітопатогенів та інших біологічних стресів [4].

Сучасне сільськогосподарське виробництво дедалі частіше орієнтується на використання препаратів, що проявляють властивості біопестицидів, для захисту сільськогосподарських культур від хвороб і шкідників. Розроблені співробітниками відділу загальної і ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України нові поліфункціональні біопрепарати на основі метаболітів бактерій — представників роду *Streptomyces* — у природних умовах створюють бар'єр для розвитку фітопатогенів [5]. Вони можуть проявляти комплексну біологічну активність до збудників хвороб різної етіології як прямої дії завдяки антибіотичним речовинам, енізимам тощо, так і опосередковано захищати рослини завдяки фіторегуляторній активності або шляхом підвищення їх стійкості до біотичних стресів. Ці метаболічні біопрепарати доволі добре проявили себе у технологіях вирощування овочевих та олійних культур [6–8].

Вивчення ефективності використання метаболічних біопрепаратів у екологічно безпечних агротехнологіях вирощування пшениці ярої є малодослідженим і актуальним питанням.

Мета роботи — дослідити вплив нових поліфункціональних метаболічних біопрепаратів на основі ґрунтових стрептоміцетів на ріст, розвиток та підвищення продуктивності рослин пшениці ярої в польових умовах за природного інфекційного фону.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження проводили за природного інфекційного фону на базі Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів).

Ґрунт території досліджень — дерново-середньопідзолистий пілуваго-супіщаний з такими агрохімічними показниками: рН водний — 5,5–5,9; уміст гідролізованого азоту (за Корнфільдом) — 55–60 мг; рухомих форм фосфору (за Кірсановим) — 160–170; обмінного калію (за Кірсановим) — 108–110 мг на 1 кг ґрунту; уміст

гумусу в орному шарі — 1,0%. У досліді використовували середньоранній сорт пшениці ярої Рання 93 української селекції. Розмір ділянки — 40 м², повторність дослідів — чотириразова. Досліди закладали методом рендомізованих повторень. Агротехніка вирощування — загальноприйнята для зони Полісся [9]. Попередник — соя. Пшеницю яру підживлювали аміачною селітрою із розрахунку 30 кг у д.р. на 1 га у фазу кущення, фосфорні і калійні добрива не вносили.

Було досліджено дію на розвиток і продуктивність пшениці ярої сорту Рання 93 розроблених нами нових поліфункціональних метаболічних біопрепаратів на основі комплексу біологічно активних речовин, що продукують ґрунтові стрептоміцети, зокрема: Аверком — біопрепарат отриманий у спосіб етанольної екстракції з міцелію семидобової культури *Streptomyces avermitilis* ІМВ Ас-5015 [6], до складу якого входить антипаразитарний антибіотик авермектин та комплекс біологічно активних речовин: фітогормони (ауксини, гібериліни, цитокініни, брасиностероїди), амінокислоти, вітаміни групи В та ліпіди (у т.ч. арахідонова кислота) [10]. На основі Аверкому розроблено його модифікації: Аверком нова-1 (Аверком + супернатант культуральної рідини + саліцилова кислота 0,05 мМ) та Аверком нова-2 (Аверком + супернатант культуральної рідини + хітозан 0,01 мМ), в яких підсилено фітозахисну дію завдяки введенню до їх складу речовин з елісаторними властивостями (саліцилова кислота або хітозан); Фітовіт (супернатант культуральної рідини + етанольний екстракт біомаси (4:1) продуцента *S. netropsis* ІМВ Ас-5025) і Віолар (супернатант культуральної рідини + етанольний екстракт біомаси (4:1) продуцента *S. violaceus* ІМВ Ас-5027). Препарати Фітовіт, Віолар і Аверком та його модифікації отримували у описаний раніше спосіб [5, 6, 10]. Для порівняння у досліді вивчали дію хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ (ТОВ «Кемтура», США) — водно-супензійний концентрат з діючою речовиною карбоксином (200 г/л) та тиразом (200 г/л).

Норми витрат досліджуваних біопрепаратів за вирощування *Triticum aestivum* L.

Застосування біопрепаратів	Норма витрати препарату, мл/т чи га	
	Передпосівна обробка насіння на 10 л води	Обприскування під час вегетації на 200 л води
Контроль (вода)	–	–
Вітавакс 200 ФФ	3 000	–
Аверком	1	2
Аверком нова-1	2	4
Аверком нова-2	0,5	1
Віолар	25	40–50
Фіговіт	25	40–50

Передпосівну обробку насіння та рослин під час їх вегетації досліджуваними препаратами здійснювали за схемою, наведеною у табл. 1.

Біометричні показники розвитку рослин проводили у фазу цвітіння та молочно-воскової стиглості культури [9]. Вміст хлорофілів: a , b та $(a + b)$ у листках визначали за методикою А. Велбурна [9]. Облік ураження рослин кореневими гнилями та нематологічний аналіз проводили згідно з відомими методиками [9]. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп у ризосфері рослин визначали методом посіву ґрунтової суспензії на агаризовані поживні середовища і виражали кількістю колоній утворювальних одиниць (КУО) в 1 г абсолютно сухого ґрунту (АСГ) [11]. Емісію діоксиду вуглецю в ризосферному ґрунті визначали відповідним

методом [11]. Облік урожаю здійснювали після суцільного збирання. Під час оцінювання структури та якості зерна визначали масу 1000 зерен, кількість зерен у колосі, вміст білка, сирої клейковини у зерні, скловидність, натуру та число падіння за Харбергом, а також за сумарним показником визначали клас якості зерна [12]. Кожен зразок аналізували у трикратних аналітичних повтореннях.

Розрахунки і статистичну обробку отриманих даних виконували за допомогою комп'ютерних програм Statistica 6.0 та Microsoft Excel '00.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Застосування метаболічних біопрепаратів (за винятком Аверком нова-2) позитивно вплинуло на біометричні показники розвитку рослин у фазу колосіння (табл. 2).

Біометричні показники розвитку рослин пшениці ярої сорту Рання 93 за дії метаболічних біопрепаратів

Варіант досліджу	Висота, см	Кількість репродуктивних стебел, одиниць	Площа поверхні листка, см ²
Контроль	95,9±0,9	3,4±0,1	20,1±0,6
Вітавакс 200 ФФ	100,3±0,8	4,4±0,1	21,6±0,5
Аверком	100,2±0,6	4,5±0,1	21,4±0,5
Аверком нова-1	100,3±0,9	4,2±0,1	21,1±0,4
Аверком нова-2	94,8±0,9	3,4±0,1	19,0±0,5
Віолар	97,9±0,7	4,6±0,3	22,0±0,5
Фіговіт	101,9±0,6	4,9±0,2	24,1±0,5

Так, кількість репродуктивних стебел під впливом Аверкому, Аверкому нова-1, Віолару та Фітовіту статистично достовірно збільшилась на 23,5–44,1%, а площа поверхні листка — на 5,0–19,9% порівняно з контрольним варіантом.

Визначення вмісту хлорофілів у листках рослин у найактивнішу фазу розвитку (цвітіння) також засвідчило про позитивну дію біопрепаратів. Всі використані біопрепарати сприяли достовірному збільшенню у листках пшениці ярої вмісту як хлорофілу *a* (на 14,1–22,2%), так і хлорофілу *b* (на 4,9–19,7%) порівняно з контролем (рис. 1).

Облік ураженості пшениці ярої кореневими гнилями здійснювали у фазі цвітіння і воскової стиглості. Одержані результати свідчать про підвищення стійкості рослин до збудників корневих гнилей під впливом усіх застосованих біопрепаратів (табл. 3).

Так, у варіантах з використанням біопрепаратів рослини значно менше уражувалися корневими гнилями: у фазу цвітіння поширення хвороби становило 35,8–47,8%

порівняно з 68,1% у контрольному варіанті, у фазу воскової стиглості — 46,3–53,7% порівняно з 66,7% відповідно. Застосування біопрепаратів було ефективнішим, ніж використання хімічного препарату Вітавакс. Біологічна ефективність біопрепаратів варіювала у межах 39,7–65,8% у різні фази розвитку рослин, тоді як біологічна ефективність Вітаваксу становила 25,3–33,8%.

Використання метаболічних біопрепаратів сприяло зменшенню інвазії фітонематод у коренях рослин (табл. 4). Нематологічне обстеження коренів рослин пшениці ярої засвідчило про наявність п'яти видів паразитичних фітонематод, а також мікогельмінтів та сапрофітних нематод. Застосування Аверкому зменшувало кількість паразитичних нематод у 1,4 раза порівняно з контролем. Серед біопрепаратів найбільшу антигельмінтну активність виявив Аверком нова-2, за дії якого інвазія фітонематод зменшилася у 5,3 раза порівняно з контролем. Кількість паразитичних нематод у коренях рослин завдяки застосуванню Вітаваксу 200 ФФ істотно не відрізнялась від контрольного варіанта.

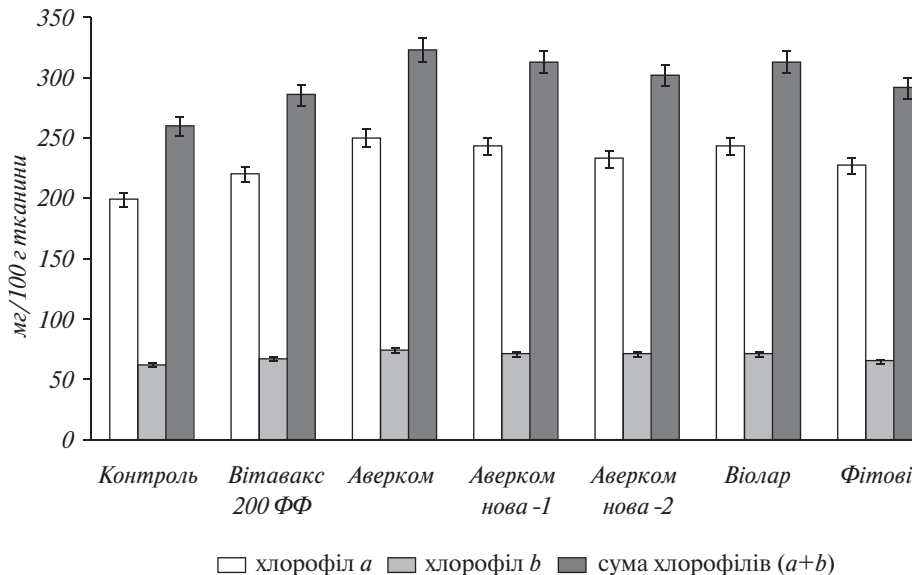


Рис. 1. Вміст хлорофілів у листках рослин пшениці ярої сорту Рання 93 за дії комплексних біопрепаратів (фаза цвітіння)

Таблиця 3

Ураженість пшениці ярої сорту Рання 93 кореневими гнилями

Препарати	Поширення хвороби, %	Розвиток хвороби, %	Біологічна ефективність, %
<i>Фаза цвітіння</i>			
Контроль	68,1	6,1	–
Вітавакс 200 ФФ	55,3	4,1	33,8
Аверком	47,8	3,2	47,3
Аверком нова-1	42,5	2,4	60,6
Аверком нова-2	35,8	2,1	65,8
Віолар	40,1	2,3	62,6
Фітовіт	40,4	2,4	60,8
<i>Фаза воскової стиглості</i>			
Контроль	66,7	6,2	–
Вітавакс 200 ФФ	62,8	4,6	25,3
Аверком	52,9	3,4	45,4
Аверком нова-1	53,3	3,7	39,7
Аверком нова-2	46,3	3,0	51,6
Віолар	53,7	3,1	49,7
Фітовіт	52,6	2,9	53,3
НІР ₀₅	2,7	0,8	1,8

Таблиця 4

Кількість нематод у коренях пшениці ярої сорту Рання 93 (в середньому за сезон)

Вид нематод	Кількість нематод, особин /10 г коренів						
	Контроль	Вітавакс 200 ФФ	Аверком	Аверком нова-1	Аверком нова-2	Віолар	Фітовіт
<i>Паразитичні нематоди</i>							
<i>Ditylenchus destructor</i>	16	12	3	17	12	14	8
<i>Pratylenchus pratensis</i>	40	35	9	8	0	6	6
<i>P. nanus</i>	6	12	6	4	0	4	12
<i>Heterodera sp.</i>	10	16	27	18	4	6	3
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	12	2	13	15	0	8	0
Усього:	84	77	58	62	16	38	29
Мікогелімінти	12	32	26	33	12	17	30
Сапрофітні нематоди	94	177	309	157	86	113	186

Сапрофітні нематоди і мікогелімінти, які не є шкодочинними об'єктами для рослин, розвивались активно на коренях пшениці у всіх досліджуваних варіантах.

Як свідчать результати наших попередніх досліджень [5–7], метаболічні біопрепарати у використаних концентраціях не

проявляють прямої біоцидної дії на ріст патогенів – збудників хвороб рослин. Їх захисний ефект базується на підсиленні резистентності рослин і підвищенні природної здатності чинити опір фітопатогенам. Це підтверджується підвищенням активності фенілаланіаміак-ліази (ФАЛ) як

**Вплив біопрепаратів на активність фенілаланінаміак-ліази (ФАЛ)
у рослинах пшениці ярої сорту Рання 93**

Препарати	Активність ФАЛ			
	Фаза цвітіння		Фаза воскової стиглості	
	одиниць активн./ мг білка	% до контролю	одиниць активн./ мг білка	% до контролю
Контроль	44,7 ± 1,1	100	20,1 ± 1,9	100
Вітавакс 200 ФФ	62,4 ± 1,6	139,7	24,1 ± 0,19	123,8
Аверком	97,3 ± 1,9	218,0	23,3 ± 0,23	116,2
Аверком нова-1	104,7 ± 2,01	234,2	23,5 ± 0,97	117,1
Аверком нова-2	132,3 ± 0,97	296	26,9 ± 1,04	134,4
Віолар	126,9 ± 3,5	284,0	31,9 ± 0,23	158,9
Фітовіт	123,1 ± 3,5	275,3	38,6 ± 0,25	192,6

маркера системної стійкості рослин за умов застосування біопрепаратів (табл. 5).

Як свідчать отримані дані, досліджувані біопрепарати збільшували активність ФАЛ на 118–196% у фазу цвітіння і на 16–92,6% у фазу воскової стиглості зерна порівняно з контролем; хімічний протруювач Вітавакс 200 ФФ також підвищував активність ФАЛ на 39,7 та 23,8% відповідно. Активність ФАЛ тісно корелювала із стійкістю рослин до ураження кореневими гнилями (табл. 3). Тобто завдяки посиленню природних захисних механізмів рослин біопрепарати можуть діяти на рівні системних фунгіцидів широкого спектра дії, а іноді навіть перевищувати їх. Препарати мають яскраво виражений профілактичний і слабкий лікувальний ефект, не проявляють біоцидної дії. Відповідно до класифікації Ю.Т. Дьякова зі співавторами [4], розроблені біопрепарати можна віднести до фунгіцидів четвертого покоління.

Застосування екологічно безпечних біотехнологічних препаратів, крім позитивної дії на рослини, можуть мати ширший спектр позитивних супутніх впливів. Одним із найістотніших у цьому аспекті є вплив препаратів на аборигенні мікробні угруповання, які відіграють важливу роль у процесах ґрунтоутворення та кругообігу хімічних елементів, що своєю чергою впливає на родючість ґрунту [2, 3, 6].

Дослідження чисельності мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп засвідчило, що (в середньому за сезон) у ризосфері пшениці ярої переважають педотрофні та амілолітичні мікроорганізми, чисельність яких змінюється у межах 17,4–55,5 і 26,5–71,3 млн КУО в 1 г АСГ відповідно (рис. 2). У кореневій зоні рослин, оброблених біопрепаратами, спостерігався активніший розвиток педотрофних, азотфіксувальних і амілолітичних мікроорганізмів, кількість яких була істотно вищою порівняно з контролем, а також варіантом із обробкою насіння Вітаваксом.

Чисельність педотрофних мікроорганізмів та амілолітичних бактерій за дії Аверкому нова-2, Віолару та Фітовіту була відповідно у 2,4–3,3 та у 1,7–2,5 раза вищою, ніж у контрольному варіанті. Кількість азотфіксувальних мікроорганізмів у ризосфері рослин, оброблених Аверкомом нова-2, Віоларом та Фітовітом, перевищувала контрольні значення у 3,3, 5,3 та 5 разів відповідно.

Ризосферні ґрунтові мікроорганізми позитивно впливають на рослину, а саме: постачають її фізіологічно активними речовинами, вітамінами, азотом (азотфіксація), підвищують доступність фосфору, калію і мікроелементів [2, 13]. Відповідно до позитивних змін, у ризосферних мік-

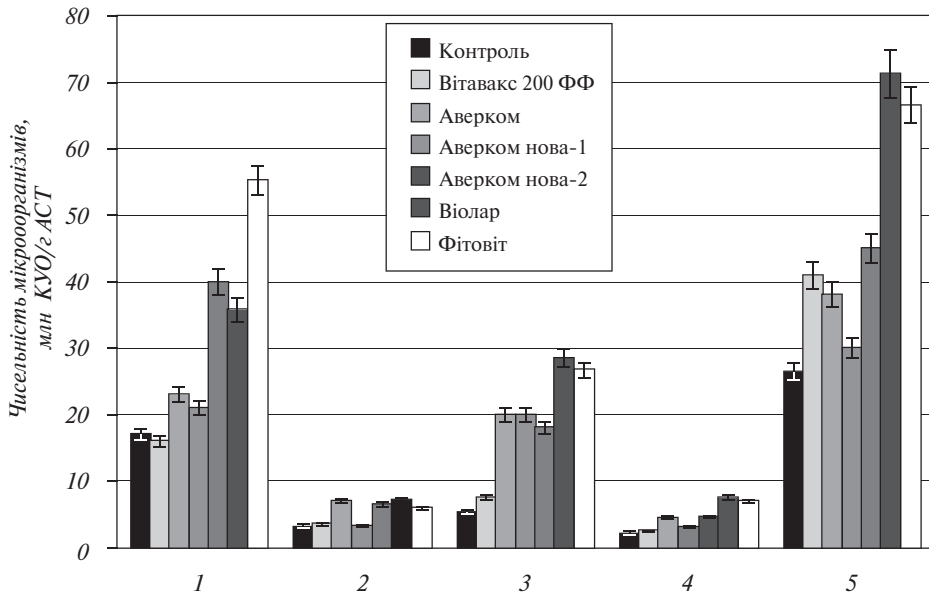


Рис. 2. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп у ризосфері пшениці ярої сорту Рання 93: 1 – педотрофні; 2 – амоніфікувальні; 3 – олігозотрофні і азотфіксувальні; 4 – фосфатмобілізуючі; 5 – амілолітичні

робних угрупованнях збільшувалася загальна біологічна активність ґрунту, що визначається рівнем продукування діоксиду вуглецю (табл. 6).

У ризосфері рослин пшениці ярої сорту Рання 93, у середньому за вегетаційний період, завдяки застосуванню біопрепаратів продукування CO_2 було вищим на 10–68% порівняно з контролем та на 4–64% по-

рівняно з варіантом за використання хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ. Найвищою респірація була за застосування Віолару та Фітовіту, що співвідноситься з високою кількістю ризосферних мікроорганізмів у цих варіантах.

Статистично достовірним приріст урожаю зерна пшениці ярої спостерігався за використання біопрепаратів Віолар (на

Таблиця 6

Продуктування CO_2 ризосферним ґрунтом рослин пшениці ярої сорту Рання 93

Варіант досліджу	Утворення CO_2	
	мкг CO_2 /г ґрунту /годину	% до контролю
Контроль	34,30±1,6	100
Вітавакс 200 ФФ	36,2±2,0	106
Аверком	41,3±2,1	120
Аверком нова-1	37,8±1,7	110
Аверком нова-2	51,5±2,3	150
Віолар	57,6±2,5	168
Фітовіт	54,4±2,4	159

Таблиця 7

Вплив метаболічних біопрепаратів на деякі показники структури врожаю, його якість та продуктивність пшениці ярої сорту Рання 93*

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Маса 1000 зерен, г	Білок, %	Сира клейковина, %	Скловидність, %	Натура зерна, г/л	Число падіння, с	Клас якості
Контроль	2,95	31,83	12,1	22,8	54	726	132	3
Вітавакс 200 ФФ	3,11	32,46	12,5	24,2	59	735	143	3
Аверком	3,02	34,45	12,9	24,5	61	735	147	3
Аверком нова-1	3,07	37,54	13,8	26,2	58	738	149	3
Аверком нова-2	3,45	38,0	15,9	29,5	67	759	197	2
Віолар	3,55	36,04	15,7	28,9	66	748	181	2
Фітовіт	3,91	37,6	14,8	28,6	69	745	183	2
НІР ₀₅	0,25	1,3	0,9	1,2	1,8	5,7	2,3	

Примітка: * вологість аналізованого зерна становить 11,5%.

20,3%) та Фітовіт (на 32,5%) порівняно з контролем (табл. 7). Важливим інтегральним показником ефективності застосування препаратів є структура отриманого врожаю та його якість. Так, маса 1000 зерен характеризує виповненість зерна і вказує на його величину. Крупніше зерно має більшу масу 1000 зерен; зерно більшої маси має кращі технологічні властивості — вищий вихід готової продукції (борошна, крупи). Біопрепарати сприяли підвищенню маси 1000 зерен до 34,5–38,0 г і зростанню врожайності.

Аверком нова-2, Віолар і Фітовіт сприяли достовірному підвищенню всіх досліджуваних показників якості зерна: вмісту білка, сирої клейковини, скловидності, натури зерна, числа падіння. На основі цих показників отриману продукцію можна віднести до 2-го класу, тоді як на контролі, у варіантах із Аверкомом, Аверкомом нова-1 та за застосування хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ зерно мало характеристики 3-го класу, що є вирішальним для формування цінової політики на зерно пшениці ярої.

ВИСНОВКИ

Отримані результати засвідчили, що поліфункціональні метаболічні біопрепарати

на основі комплексу біологічно активних речовин з ґрунтових стрептоміцетів, з додаванням еліситорів саліцилової кислоти або хітозану, сприяють збільшенню у кореневій зоні чисельності мікроорганізмів основних еколого-функціональних груп, а в рослинних клітинах — активності ензиму фенілаланінаміак-ліази, що своєю чергою демонструє індукцію стійкості рослин до патогенів. Як наслідок, зменшується ураження рослин пшениці ярої кореневими гнилями та фітопаразитичними нематодами — за дії Аверкому нова-2, Віолару і Фітовіту врожайність зерна зростає на 16,9–32,5% порівняно з контролем і на 10,9–25,7% — з варіантом за використання хімічного протруювача Вітавакс 200 ФФ. Поряд із тим покращується якість та зростає класність зерна. Досліджувані метаболічні біопрепарати поєднують в собі антагоністичну активність до фітопатогенних мікроорганізмів і фітонематод, а також властивості регуляторів росту і адаптогенів рослин.

Використання нових поліфункціональних метаболічних біопрепаратів надасть змогу знизити пестицидне навантаження на агроценози, поліпшити екологічний стан та підвищити продуктивність агро-екосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні / В.Ф. Петриченко, М.Д. Безуглий, В.М. Жук, О.О. Івашенко. — К.: Аграрна наука, 2012. — 48 с.
2. Чабанюк Я.В. Бактерії та біобезпека аграрного виробництва / Я.В. Чабанюк // Екологічна безпека агропромислового виробництва / за наук. ред. О.І. Фурдичка, А.Л. Бойка. — К.: ДІА, 2013. — С. 83–99.
3. Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография / Под ред. Г.А. Иутинской, С.П. Пономаренко. — К.: НИЧЛАВА, 2010. — 472 с.
4. Общая и молекулярная фитопатология / Ю.Т. Дьяков, О.Л. Озерецковская, В.Г. Джавахия, С.Ф. Багирова. — М.: Общество фитопатологов, 2001. — 302 с.
5. Biosynthetic activity of soil streptomycetes — antagonists of plan-parasitic nematodes and phytopathogens. / L.O. Biliavska, V.A. Pidlypska, V.Y. Kozyriska, G.A. Iutynska // Proceeding of the 4th European Conference on Biology and Medical Sciences (January 13, 2015). «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. — Vienna, 2015. — P. 10–16.
6. Фітозахисні та рістрегулювальні властивості метаболітних препаратів на основі ґрунтових стрептоміцетів / Л.О. Білявська, В.Є. Козириська, Ю.В. та ін. // Доповіді НАН України. — 2015. — № 1. — С. 131–137.
7. Application of new microbial plant resistance/plant growth protection inducers for increasing Chinese cabbage plant tolerance against parasitic nematode *Heterodera schachtii* Schmidt / L.O. Biliavska, V.A. Tsygankova, V.Ye. Kozyriska et al. // International Journal of Research in Biosciences. — 2016. — Vol. 5, No. 2. — P. 64–82.
8. Impact of New Microbial PR/PGP Inducers on Increase of Resistance to Parasitic Nematode of Wild and RNAi Transgenic Rape Plants / V.A. Tsygankova, L.O. Biliavska, Ya.V. Andrusovich et al. // Advances in Bioscience and Bioengineering. — 2014. — Vol. 2, No. 1. — P. 66–103.
9. Методики випробування і застосування пестицидів / [С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секунта ін.]; За ред. С.О. Трибеля. — К.: Світ, 2001. — 448 с.
10. Біологічески активные вещества препарата аверком / Л.А. Белявская, В.Е. Козырицкая, Е.В. Валагурова, Г.А. Иутинская // Мікробіологічний журнал. — 2012. — Вип. 74, № 3. — С. 10–15.
11. Методы почвенной микробиологии и биохимии / [Под ред. Д.Г. Звягинцева]. — М.: Изд-во Московского университета, 1991. — 303 с.
12. Агрохімічний аналіз: Підручник / М.М. Гордний, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.; за ред. М.М. Горднього. — К.: Артстей, 2005. — 468 с.
13. Поліфункціональні біопрепарати для екологічно безпечних інтегрованих систем захисту і удобрення рослин / [О.В. Шерстобоева, Л.І. Вага, Я.В. Чабанюк та ін.] // Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України. — Т. 1: Екологічна безпека агропромислового виробництва / за наук. ред. О.І. Фурдичка. — К.: ДІА, 2012. — С. 256–320.

REFERENCES

1. Petrychenko V.F., Bezuhlyi M.D., Zhuk V.M., Ivashchenko O.O. (2012). *Nova stratehiia vyrobnytstva zemovykh ta oliynykh kultur v Ukraini* [The new strategy of production of grains and oilseeds in Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 48 p. (in Ukrainian).
2. Furdychko O.I., Boiko A.L., Chabaniuk Ya.V. (2013). *Bakterii ta biobezpeka ahraroho vyrobnytstva* [Bacteria and biosafety agricultural production]. *Ekolohichna bezpeka ahrornymslovoho vyrobnytstva* [Ecological safety agroindustrial production]. Kyiv: DIA Publ., pp. 83–99 (in Ukrainian).
3. Iutynska G.A., Ponomarenko S.P. (2010). *Bioregulyatsiya mikrobno-rastitelnykh sistem: Monografiya* [Bioregulation microbial-plant systems: Monograph]. Kiev: Nichlava Publ., 472 p. (in Russian).
4. Dyakov Yu.T., Ozeretskovskaya O.L., Dzhavakhiiya V.G., Bagirova S.F. (2001). *Obshchaya i molekulyarnaya fitopatologiya* [General and molecular phytopathology]. Moskva: Obshchestvo fitopatologov Publ., 302 p. (in Russian).
5. Biliavska L.O., Pidlypska V.A., Kozyriska V.Y., Iutynska G.A. (2015). Biosynthetic activity of soil streptomycetes — antagonists of plan-parasitic nematodes and phytopathogens, Proceeding of the 4th European Conference on Biology and Medical Sciences (January 13, 2015). «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Vienna, pp. 10–16 (in English).
6. Biliavska L.O., Kozyriska V.Ye., Yu.V. (2015). *Fitozakhysni ta ristregulyvalni vlastyosti metabolichnykh preparativ na osnovi hruntovoy streptomisetiv* [Phytoprotective and growth-regulatory properties of bioformulations on the base of soil streptomycetes metabolites]. *Dopovidi NAN Ukrainy* [Reports of National Academy of Sciences of Ukraine]. No. 1, pp. 131–137 (in Ukrainian).
7. Biliavska L.O., Tsygankova V.A., Kozyriska V.Ye. (2016). Application of new microbial plant resistance/plant growth protection inducers for increasing Chinese cabbage plant tolerance against parasitic nematode *Heterodera schachtii* Schmidt, International Journal of Research in Biosciences, Vol. 5, No. 2, pp. 64–82 (in English).
8. Tsygankova V.A., Biliavska L.O., Andrusovich Ya.V. (2014). Impact of New Microbial PR/PGP Inducers on Increase of Resistance to Parasitic Nematode of Wild and RNAi Transgenic Rape Plants, Advances in Bioscience and Bioengineering, Vol. 2, No. 1, pp. 66–103 (in English).
9. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P. (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*

- [Methods of testing and use of pesticides]. Kyiv: Svit Publ., 448 p. (in Ukrainian).
10. Biliavska L.A., Kozyritskaya V.Ye., Valagurova Ye.V., Iutinskaya G.A. (2012). *Biologicheski aktivnye veshchestva preparata averkom* [Biologically active substances of new microbial preparation Avercom]. *Mikrobiologicheskii Zhurnal* [Microbiology journal]. Iss. 74, No. 3, pp. 10–15 (in Russian).
 11. Zvyagintsev D.G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii* [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry]. Moskva: Izdatelstvo Moskovskogo universiteta Publ., 303 p. (in Russian).
 12. Horodnii M.M., Lisoval A.P., Bykin A.V. (2005). *Ahrokhimichnyi analiz: Pidruchnyk* [Agrochemical analysis: Textbook]. Kyiv: Aristei Publ., 468 p. (in Ukrainian).
 13. Furdychko O.I., Sherstoboieva O.V., Vaha L.I., Chabaniuk Ya.V. (2012). *Polifunktsionalni biopreparaty dlia ekolohobezpechnykh intehrovanykh system zakhystu i udobrennia roslyn* [Polyfunctional biological ecologically integrated systems for the protection and fertilizing plants]. *Naukovi osnovy staloho rozvytku ahrosystem Ukrainy. Ekolohichna bezpeka ahropromyslovoho vyrobnytstva* [Scientific basis for sustainable agricultural systems of Ukraine. Environmental safety agroindustrial production]. Kyiv: DIA, Vol. 1, pp. 256–320 (in Ukrainian).

УДК 631.8:632.3:635.64

СИСТЕМНА ДІЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ЗБУДНИКИ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ РОСЛИН ТОМАТІВ

Ю.В. Коломієць¹, І.П. Григорюк¹, Л.М. Буценко², Л.О. Білявська²

¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України

² Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України

*Біопрепарат Азотофіт, на основі бактерій *Azotobacter chroococcum*, і Фітохелл — *Bacillus subtilis*, проявляли високу антибактеріальну активність до збудника бактеріального раку *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, з діаметром зони відсутності росту у межах 77–80 мм. Біопрепарат Аверком проявляв активніший вплив на збудника бактеріальної крапчастості рослин томатів *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, з діаметром зони відсутності росту 40 мм. Найактивнішими до збудника чорної бактеріальної плямистості *Xanthomonas vesicatoria* виявилися біопрепарати Фітоцид і Фітохелл — на основі бактерій *Bacillus subtilis*.*

Ключові слова: антибактеріальна активність, бактеріальні хвороби, біопрепарати, томати.

Для захисту культурних рослин упродовж вегетаційного періоду від шкочинних організмів застосовують інсектициди і фунгіциди, використання яких не завжди виправдане стосовно фітопатогенних бактерій [1]. Пестициди забруднюють навколишнє природне середовище і спричиняють накопичення в продуктах надлишкових їх кількостей, які перевищують гранично допустимі рівні. Крім того, тривале застосування пестицидів зумовлює адаптацію до них патогенів або комах, що потребує швидкої зміни препаратів, тобто додаткового внесення. Нині одним з пер-

спективних наукових напрямів розв'язання проблеми зменшення енергетичних витрат і забезпечення отримання високоякісної продукції рослинництва є біологізація захисту сільськогосподарських культур від шкідників та хвороб [2].

Основою біологічного методу боротьби з фітопатогенами є використання мікроорганізмів або продуктів їх життєдіяльності для тимчасового обмеження або пригнічення розвитку збудників хвороб. Мікробні біопрепарати для оздоровлення і захисту культурних рослин від несприятливих чинників середовища мають переваги над хімічними пестицидами, що обумовлено їх екологічною безпечністю та систем-

© Ю.В. Коломієць, І.П. Григорюк,
Л.М. Буценко, Л.О. Білявська, 2016