

С.В. Вознюк¹, Л.В. Титова¹, С.І. Ляска², Г.О. Іутинська¹

¹ Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ МСП, Д 03680, Україна;

² ННЦ «Інститут землеробства НААН»,
вул. Машинобудівників, 2-б, смт. Чабани, Київська обл., 08162, Україна

ВПЛИВ ФУНГІЦИДІВ ТА КОМПЛЕКСНОГО ІНОКУЛЯНТУ ЕКОВІТАЛ НА РИЗОСФЕРНИЙ МІКРОБІОЦЕНОЗ, СТІЙКІСТЬ ДО ЗАХВОРЮВАНЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

Досліджували вплив фунгіцидів системної дії Вітавакс 200 ФФ, Максим Стар 025 FS, Кінто дуо та комплексного інокулянту Ековітал на ризосферні мікробні угруповання, стійкість до захворювань та продуктивність сої сорту Аннушка. Комбіноване застосування фунгіцидів та інокуляції сприяло кращому формуванню нодуляційного апарату (кількість бульбочок на коренях збільшувалась в 1,3-2,8 рази), підвищенню резистентності сої до збудників септоріозу та аскохітозу, збільшенню продуктивності рослин на 17,4-32,1 % відносно варіанту з Ековіталом. При цьому ефективність комбінованої обробки насіння проти септоріозу та аскохітозу становила, відповідно, 45,8-64,1 % і 82,0-95,1 % у фазу цвітіння-початку плодоношення та 38,1-60,6 % і 70,3-82,1 % у фазу наливу бобів.

К л ю ч о в і с л о в а: фунгіциди, комплексна інокуляція, соєво-ризобіальний симбіоз, резистентність, септоріоз, аскохітоз, ризосферний мікробіоценоз, продуктивність.

Родючість ґрунту, його продуктивний потенціал формуються у результаті сукупності біологічних процесів, які відбуваються в ньому. Ці процеси, перш за все, залежать від складу мікробного угруповання ґрунту та виду рослин і можуть змінюватися за умов застосування різних агротехнічних заходів, в тому числі хімічних засобів захисту рослин від захворювань.

В Україні зростають посівні площі під соєю – стратегічною продовольчою та кормовою культурою, яка за обсягами виробництва займає четверте місце в світі після кукурудзи, пшениці та рису [5]. Однією з причин недобору урожаїв сої є хвороби, зокрема, мікози, які не тільки знижують кількість, а й погіршують якість продукції. Найпоширеніші з них – септоріоз та аскохітоз [2, 9]. Необхідним заходом в обмеженні патогенезу та підвищенні продуктивності сої є пошук нових дієвих композицій хімічних фунгіцидів з комплексними мікробними біопрепаратами. У сучасному сільському господарстві вони набули широкого використання, особливо комплексні препарати на основі різних видів бактерій, які доповнюють один одного за функціональними особливостями і позитивно впливають на рослини та ризосферний мікробіоценоз [1, 3, 6, 16, 20]. До таких препаратів належить Ековітал на основі бульбочкових бактерій та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів роду *Bacillus*, розроблений у відділі загальної та ґрунтової мікробіології ІМВ НАНУ [13].

Ґрунтові мікроорганізми здійснюють ряд корисних для рослин функцій: фіксація атмосферного азоту [1, 11], антагонізм [8] та індукція системної стійкості у рослин до фітопатогенів [18], деструкція у ґрунті різних ксенобіотиків, наприклад фунгіцидів [14] та ін. Застосування фунгіцидів може порушувати рівновагу в біологічній системі ґрунту, впливаючи на нецільові об'єкти – корисну мікробіоту ґрунту та біоагентів мікробних препаратів (інокулянтів), використання яких є необхідним сучасним біотехнологічним заходом при вирощуванні бобових [1, 2, 11]. Цей вплив залежить від складу і концентрації пестициду та багатьох інших факторів, в тому числі – від фізичних та біохімічних властивостей ґрунту (наприклад, рН, вмісту органічної речовини, температури, вологості тощо) [14, 19]. Фунгіциди можуть інгібувати нодуляційну активність ризобій та знижувати азотфіксувальний потенціал симбіотичного апарату бобових [3, 17].

Дієвим засобом зменшення шкодочинності пестицидів на довкілля є повна або часткова їх заміна біопрепаратами з біоконтролюючим потенціалом. Відомі приклади суміс-

ного використання мікробних препаратів в імобілізованій формі [2] з хімічними засобами захисту рослин та випробувані бакові суміші мікробних засобів захисту рослин з деякими хімічними пестицидами зі зменшеною концентрацією [4] або з незміненою нормою витрати [15]. Щорічно на ринку пестицидів з'являється все більше хімічних препаратів, які захищають насіння сої від хвороб та проявляють ефективну фунгіцидну дію за передпосівної обробки, проте сумісність біологічних препаратів з сучасними фунгіцидами недостатньо вивчена.

Метою роботи було дослідити вплив комплексного мікробного інокулянту Ековітал на стійкість до захворювань та продуктивність сої, а також на розвиток ризосферного мікробіоценозу за використання різних фунгіцидів.

Матеріали і методи. Об'єктами досліджень були рослини сої сорту Аннушка, вирощені на темно-сірому опідзоленому ґрунті, та мікробні угруповання ризосферної зони. Для обмеження розвитку хвороб за добу до посіву проводили обробку насіння фунгіцидами Вітавакс 200 ФФ (3 л/т насіння, діючі речовини: тирам та карбоксил по 200 г/л), Максим Стар 025 FS (1 л/т насіння, діючі речовини: флудіоксоніл, 18,7 г/л та ципроконазол, 6,25 г/л) та Кінто дуо (1 л/т насіння, діючі речовини: тритикоконазол, 20 г/л та прохлораз, 60 г/л) згідно з рекомендаціями виробників. Фунгіцид Вітавакс 200 ФФ рекомендований виробником для обробки насіння таких культур: пшениця, ячмінь, жито, кукурудза, горох (2,5-3 л/т насіння) та льону-довгунця на технічні цілі (1,5-2 л/т насіння). Інокулювали насіння у день посіву комплексним мікробним препаратом Ековітал на основі бульбочкових (*Bradyrhizobium japonicum* УКМ В-6035 і *B. japonicum* УКМ В-6018) та фосфатмобілізуючих (*Bacillus megaterium* УКМ В-5724) бактерій. Бактеріальне навантаження становило 10^7 кл/насінину. У контрольному варіанті насіння обробляли стерильною водою. Дослідження проводили на базі ННЦ «Інститут землеробства НААН» в умовах мікростационарних польових дослідів. Розмір ділянки – 12,6 м², повторність досліду 4-разова. Облік уражених аскохітозом та септоріозом рослин проводили за загальноприйнятою методикою [7] у фенофазах кінця цвітіння-початку утворення бобів і наливу бобів. Для оцінки розвитку основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосферній зоні сої визначали чисельність педотрофних, олігоазотрофних, прототрофних, фосфатмобілізуючих та целюлозоруйнівних мікроорганізмів методом посіву ґрунтової суспензії на відповідні агаризовані середовища (ґрунтовий агар, середовища Ешбі, Красильникова, Наумової та Гетчінсона) і виражали кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО) в 1 г абсолютно сухого ґрунту [10]. Зразки ризосферного ґрунту відбирали у фазу цвітіння та в кінці вегетаційного періоду.

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel 2007.

Результати та їх обговорення. Встановлено зниження розвитку захворювання сої аскохітозом і септоріозом у всіх дослідних варіантах з комбінованою обробкою насіння. Фітопатологічна оцінка у фазу кінця цвітіння-початку плодоношення показала, що всі варіанти обробки ефективно обмежували поширення септоріозу та аскохітозу на посівах сої (табл. 1). Найменший рівень розвитку септоріозу (5,1-5,2%) та аскохітозу (0,3-0,5%) був у варіантах з використанням Максим Стар 025 FS та Кінто дуо в поєднанні з інокуляцією Ековіталом, ефективність комбінованих обробок проти септоріозу при цьому була в межах 63,4-64,1%, а проти аскохітозу – 91,8-95,1%. Показано, що Ековітал також підвищував резистентність сої до цих захворювань. При його застосуванні ураженість рослин патогенами знижувалась порівняно з контролем (ефективність становила 4,2 та 8,2% відповідно).

Комбіноване використання хімічних фунгіцидів та бактеріального інокулянту істотно пригнічувало розвиток досліджуваних мікозів і у фазу наливу бобів. Встановлено, що захворюваність сої септоріозом знижувалась у всіх варіантах порівняно з контрольним. За дії Максим Стар 025 FS+Ековітал та Кінто дуо+Ековітал відсоток уражених рослин зменшувався з 64,4% у контрольному варіанті до майже 25,0% у варіантах з обробкою цими фунгіцидами та інокулянтом. Ефективність захисту сої від септоріозу за інокуляції на фоні застосування Вітаваксу 200 ФФ була дещо нижчою. Однак при вивченні впливу фунгіцидів на захворювання сої аскохітозом у цій фазі вегетаційного періоду найкращі

Таблиця 1

Ефективність комбінованого застосування фунгіцидів та Ековіталу в обмеженні розвитку мікозів сої сорту Аннушка

Варіант обробки	Кінець цвітіння – початок утворення бобів			Налив бобів		
	ураженість рослин, %	розвиток хвороби, %	технічна ефективність, %	ураженість рослин, %	розвиток хвороби, %	технічна ефективність, %
Септоріоз						
Контроль (без обробки)	60,1	14,2	-	64,4	15,5	-
Ековітал	58,7	13,6	4,2	61,3	14,7	5,2
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Ековітал	34,7	7,7	45,8	36,0	9,6	38,1
Максим Стар 025 FS, т.к.с. + Ековітал	21,3	5,1	64,1	25,3	7,2	53,5
Кінто дуо, к.с. + Ековітал	21,3	5,2	63,4	25,1	6,1	60,6
НІР _{0,5}	-	0,5	-	-	0,7	-
Аскохітоз						
Контроль	22,0	6,1	-	23,2	6,4	-
Ековітал	21,3	5,6	8,2	21,5	6,1	4,7
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. + Ековітал	5,3	1,1	82,0	5,4	1,2	82,1
Максим Стар 025 FS, т.к.с. + Ековітал	1,3	0,3	95,1	5,3	1,9	70,3
Кінто дуо, к.с. + Ековітал	2,7	0,5	91,8	6,7	1,3	79,7
НІР _{0,05}	-	0,3	-	-	0,2	-

Таблиця 2

Вплив комбінованого застосування фунгіцидів та Ековіталу на формування нодуляційного апарату та продуктивність сої сорту Аннушка

Варіант обробки	Середня кількість бульбочок на корені рослини, шт.	Маса 1000 зерен, г	Урожай, ц/га
Ековітал (100 мл/га)	14±1	114,06	18,4
Ековітал + Вітавакс 200 ФФ (3 л/т насіння)	18±4	114,22	22,4
Ековітал + Максим Стар 025 FS (1 л/т насіння)	39±7	114,40	21,6
Ековітал + Кінто Дуо (1 л/т насіння)	20±4	113,93	24,3
НІР _{0,5}	-	0,1	0,07

результати отримані у варіанті з Вітаваксом 200 ФФ та Ековіталом (ефективність становила 82,1%). Отже, комбіноване застосування Вітаваксу 200 ФФ з Ековіталом стабільно стримувало розвиток досліджуваних фітопатогенних грибів протягом усього періоду онтогенезу. Використання Ековіталу без протруйників також обмежувало розвиток септоріозу та аскохітозу сої у цій фенофазі. Його ефективність проти цих захворювань у фазу наливу бобів становила близько 5%.

При вивченні кількості мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп встановлено, що у фазу цвітіння сої застосування Ековіталу сприяло кращому, порівняно з конт-

рольним варіантом, розвитку у ризосфері сої олігоазотрофних та фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів: їх чисельність збільшувалась у 1,4 та 2,0 рази відповідно (рис.1, А). Попереднє протруєння насіння фунгіцидом Максим Стар призводило до пригнічення росту представників цих еколого-трофічних груп порівняно з варіантом інокуляції Ековіталом на 40,4% та 31,3% відповідно, але стимулювало розвиток педотрофних та целюлозоруйнівних бактерій (на 30,7% і 20% відповідно). Чисельність прототрофних бактерій та целюлозоруйнівних грибів залишалася на рівні варіанту з інокуляцією. При застосуванні Ековіталу на фоні Вітаваксу відбувалось найбільше стимулювання розвитку прототрофних мікроорганізмів – їх кількість зростала у 4,3 рази порівняно з такою у варіанті з інокуляцією. Одночасно було зафіксовано інгібування росту мікроорганізмів

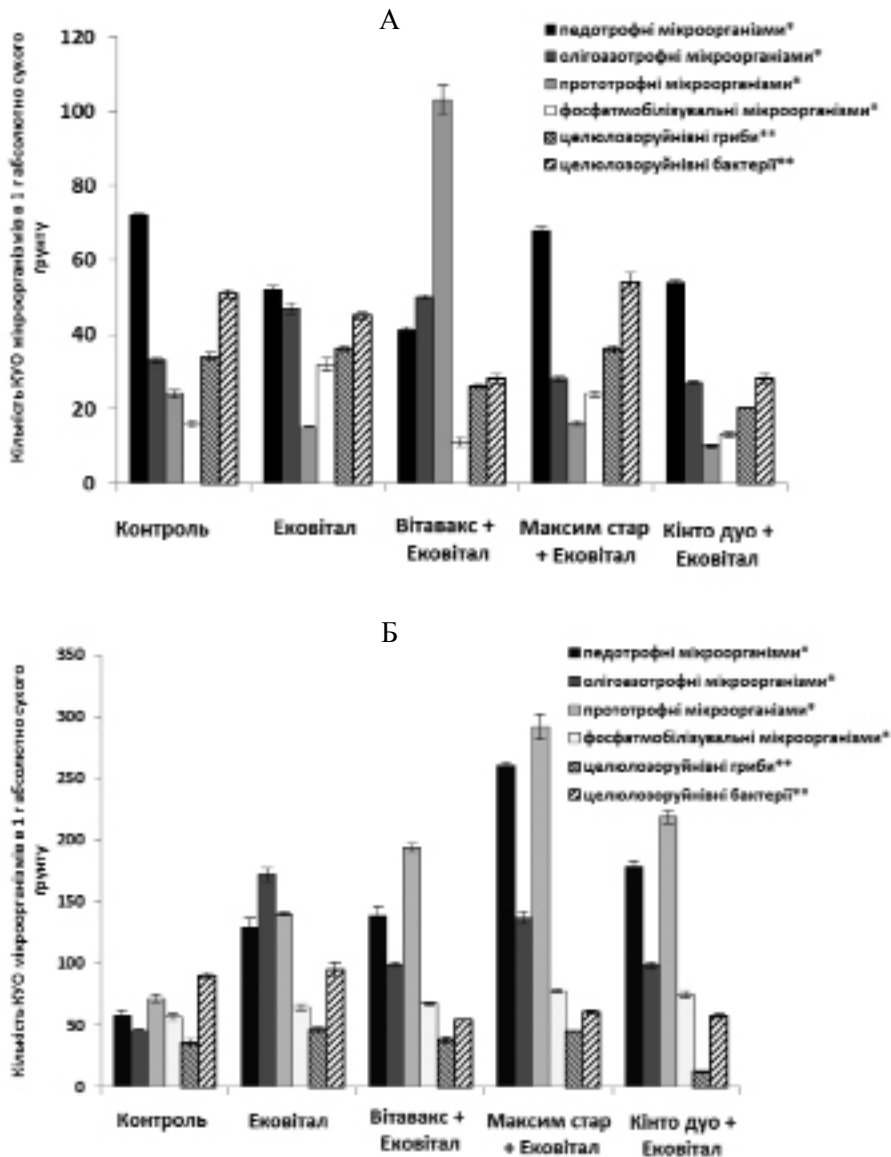


Рис. 1. Вплив комбінованого застосування фунгіцидів та комплексної інокуляції на ріст мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп у ризосфері сої сорту Аннушка: (А) у фазу цвітіння; (Б) в кінці вегетаційного періоду.

* Кількість КУО мікроорганізмів $\cdot 10^4/\text{г АСІ}$;

** Кількість КУО мікроорганізмів $\cdot 10^3/\text{г АСІ}$.

усіх інших груп, крім олігоазотрофних бактерій (на 62,3-78,8%). Використання Кінто дуо для попереднього протруєння насіння сої призводило до деякого пригнічення всіх досліджуваних груп мікроорганізмів (на 33,3-59,4%), крім педотрофних.

В кінці вегетаційного періоду варіант з Ековіталом виявився сприятливим для покращеного розвитку мікроорганізмів всіх досліджених еколого-функціональних груп: у ньому встановлено збільшення чисельності представників ризосферної мікробіоти порівняно з контрольним варіантом в 1,1-3,7 рази (рис. 1, Б). Протруєння насіння сої фунгіцидом Максим Стар з подальшою інокуляцією Ековіталом сприяло збільшенню чисельності педотрофних, прототрофних та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів у 2, 2,1 та 1,2 рази, відповідно, відносно варіанту з Ековіталом, але одночасно стримувався ріст олігоазотрофних та целюлозоруйнівних бактерій на 20,3-35,8%. У випадку комбінованого застосування Вітаваксу з Ековіталом спостерігали інгібування розвитку олігоазотрофних та целюлозоруйнівних мікроорганізмів на 17,4-42,4%, проте чисельність педотрофних і прототрофних бактерій зростала на 7,8% та 38,6% відповідно. За послідовної обробки насіння Кінто дуо з Ековіталом відбувалося пригнічення росту целюлозоруйнівних та олігоазотрофних мікроорганізмів на 40-73,9% при стимулюванні педотрофних, прототрофних та фосфатмобілізуючих бактерій порівняно з варіантом застосування інокуляції.

Загалом, всі досліджені фунгіциди на кінець вегетаційного періоду пригнічували розвиток ризосферних олігоазотрофних та целюлозоруйнівних мікроорганізмів порівняно з варіантом інокуляції Ековіталом, в той же час педотрофні, прототрофні та фосфатмобілізуючі мікроорганізми зазнавали стимулюючого впливу.

Комбінована послідовна обробка насіння сої хімічними препаратами та комплексним інокулянтом позитивно впливала на розвиток нодуляційного апарату і урожайність сої. Кількість бульбочок на коренях рослин збільшувалась у 1,3-2,8 рази порівняно з варіантом без фунгіцидів (табл. 2). При цьому маса тисячі зерен залишалась на однаковому рівні у всіх варіантах. Урожай сої зростав на 17,4-32,1% відносно варіанту з Ековіталом.

Таким чином, бактерії-біоагенти у складі комплексного інокулянту Ековітал проявляли стійкий стимулюючий та захисний ефект на фоні застосування фунгіцидів Максим Стар 025 FS, Вітавакс 200 ФФ та Кінто дуо для попередньої обробки насіння сої. Комбіноване використання хімічних засобів захисту та комплексної інокуляції насіння дозволило ефективно захистити посіви сої від збудників аскохітозу та септоріозу, а також сприяло формуванню нодуляційного апарату та збільшенню продуктивності рослин.

Вознюк С.В.¹, Титова Л.В.¹, Ляска С.И.², Иутинская Г.А.¹

¹ Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ

² ННЦ «Інститут земледілля НААН», смт. Чабани, Україна

ВПЛИВАННЯ ФУНГІЦИДІВ І КОМПЛЕКСНОГО ІНОКУЛЯНТА ЭКОВИТАЛ НА РИЗОСФЕРНИЙ МІКРОБІОЦЕНОЗ, УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ І ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ

Резюме

Исследовали влияние фунгицидов системного действия Витавакс 200 ФФ, Максим Стар 025 FS, Кинто дуо и комплексного инокулянта Эковитал на ризосферные микробные сообщества, устойчивость к болезням и продуктивность сои сорта Аннушка. Комбинированное использование фунгицидов и инокуляции способствовало лучшему формированию нодуляционного аппарата (количество клубеньков на корнях увеличивалось в 1,3-2,8 раза), повышению резистентности сои к возбудителям септориоза и аскохитоза, увеличению продуктивности растений на 17,4-32,1% относительно варианта с Эковиталом. При этом эффективность комбинированной обработки семян против септориоза и аскохитоза составляла, соответственно, 45,8-64,1% и 82,0-95,1% в фазу цветения-начала плодоношения и 38,1-60,6% и 70,3-82,1% в фазу налива бобов.

Ключевые слова: фунгициды, комплексная инокуляция, соево-ризобиальный симбиоз, резистентность, септориоз, аскохитоз, ризосферный микробиоценоз, продуктивность.

INFLUENCE OF FUNGICIDES COMPLEX INOCULUM EKOVIDAL ON RHIZOSPHERE MICROBIOCENOSIS, DISEASES RESISTANCE AND SOYBEAN PRODUCTIVITY

It has been investigated the effect of fungicide with systemic action of Vitavaks 200 FF, Maxim Star 025 FS, Kinto duo and the complex inoculum Ekovital on rhizospheric microbial communities, diseases resistance and soybean productivity of Annushka biovar. The combined use of fungicides and inoculation has contributed to better formation of nodulation apparatus (the number of nodules on the roots was increased in 1,3–2,8 times), resistance increase to soybean pathogens septoriosiis and ascochitosis, plant productivity increase on 17,4–32,1% relatively to the variant with Ekovital. The efficiency of the combined treatment of seeds against septoriosiis and ascochitosis has become 45,8–64,1% and 82,0–95,1% respectively, in the flowering-early fruiting stage and 38,1–60,6% and 70,3–82,1% respectively, in the loading beans phase.

К е у о р д s: fungicides, complex inoculation, soybean-rhizobial symbiosis, resistance, septoriosiis, ascochitosis, rhizosphere microbiocenosis, productivity.

1. Биологическая фиксация азота: бобово-ризобиальный симбиоз: монография в 4-х т. / С.Я.Коць, В.В.Моргун, В.Ф.Патыка и др. – Т.2. – К.: Логос, 2011. – 523 с.
2. *Венедиктов О.М.* Хвороби і шкідники сої та заходи боротьби з ними // Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний наук. Зб.; за ред. В.Ф. Петриченко. – Вінниця: Макет, 2012. Вип. 71. – С. 55-61.
3. *Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М.* та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / За ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграр.наука, 2006. – 312 с.
4. *Довгаленко В.Н., Безулов И.И., Стрелков Е.В.* Применение баковых смесей для защиты озимой пшеницы от комплекса болезней // Агрохимия. – 2003, №11. – С. 55-56.
5. *Коляда В.* Джерела стабілізації та підвищення врожайності сої в Україні // Агроном. – 2011. – №1 – С.144-149.
6. *Логинов О.Н.* Бактерии *Pseudomonas* и *Azotbacter* как объекты сельскохозяйственной биотехнологии // М.: Наука. – 2005. – 166 с.
7. Методики випробування і застосування пестицидів / За ред. проф. С.О. Трибеля. – К.: світ. – 2001. – 448 с.
8. *Михайлова Н.А., Гринько О.М.* Бактерии рода *Vacillus* – продуценты биологически активных веществ антимикробного действия // Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2010. – № 3. – С. 85-89.
9. *Петренко В.П.* Хвороби сої / В.П. Петренко, Т.В. Сокол // Посібник Українського хлібороба. – 2013. – Т. 2. – С. 29-31.
10. *Теннер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И.* Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2005. – 256 с.
11. *Титова Л.В., Леонова Н.О., Антипчук А.Ф.* Азотфиксирующие микроорганизмы в микробно-растительных системах. В кн.: Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография / Под общей ред. Иутинской Г.А., Пономаренко С.П. – К.: Ничлава. – 2010. – С. 99-195.
12. *Чекалова К.В., Марквичев Н.С., Подшивалова Е.С.* Совмещение биопрепаратов с химическими средствами защиты растений // Картофель и овощи. – 2006. – №8. – С.20.
13. Патент № 101388 (Україна), МПК (51) (2013.01) C05F 11/00, C12P 39/00. Титова Л.В., Леонова Н.О., Бровко І.С., Іутинська Г.О. Комплексний мікробний препарат Ековітал для інокуляції насіння бобових культур. – Опубл. 25.03.2013, Бюл. № 6.
14. *Chen S.K., Subler S., Edwards C.F.* Effects of the fungicides benomil, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics // Soil Biol. Biochem. – 2001. – 33. – P. 1971-1980.

15. *Gilardi G., Manker D.* Efficacy of the biocontrol agents *Bacillus subtilis* and *Ampelomyces quisqualis* applied in combination with fungicides against powdery mildew of zucchini // Journal of Plant Diseases and Protection. – 2008. – **115**. N 5. – P. 208-213.
16. *Iutynska H.O., Tytova L.V., Leonova N.O.* et al. Complex preparations based on microorganisms and plant growth regulators. In: New plant growth regulators: basic research and technologies of application. Monograph. / Ed. S.P.Ponomarenko, H.O.Iutynska. – Kyiv: Nichlava. – 2011. – P.161-208.
17. *Kaur C.* Interaction of systemic fungicides with soil microorganisms // Journal of Environmental Research and Development – 2006. – **1**. – N 1. – P. 11-15.
18. *Kloepper J.W., Ryu C.M., Zhang S.A.* Induced systemic resistance and promotion of plant growth of *Bacillus* sp.// Phytopathology. – 2004. – **94**. – P. 1259-1266.
19. *Peichl L., Reiml D.* Biological effect-test systems for the early recognition of unexpected environmental change // Environ. Monitor. Assess. – 1990. – **15**. – P. 1-12.
20. *Sivasakthivelan P., Saranraj P.* *Azospirillum* and its Formulations: A Review// Internat. J. Microbiological Res. – 2013. – **4**. – N 3. – P.275-287.

Отримано 13.06.2014