

Т.І. Патики, М.М. Лісовий, М.В. Патики, О.Ю. Колодяжний

*Національний університет біоресурсів та природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 13, корп. 4., Київ, 03041, Україна*

БІОЦЕНОТИЧНІ ПІДХОДИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЕНТОМОПАТОГЕННИХ БАКТЕРІЙ *BACILLUS THURINGIENSIS* ПІД ЧАС ВЕГЕТАЦІЇ КАРТОПЛІ ТА В УМОВАХ ЗБЕРІГАННЯ ПРОДУКЦІЇ

*Представлено результати досліджень щодо формування шляхів біоценотичної спрямованості сучасних систем фітозахисту за рахунок ентомопатогенних бактерій групи *Bacillus thuringiensis*. Показано, що рідкі препаративні форми на основі штамів *B. thuringiensis* першого серотипу H_1 проявляють високу біологічну активність щодо контактних генерацій *Leptinotarsa decemlineata* Say. упродовж онтогенезу рослин картоплі – 92,0–97,0 %, а також ентомотоксичну дію щодо популяції *Phthorimaea operculella* Zell. в умовах зберігання продукції – 77,0–85,0 %. За обробки бульб штамами *B. thuringiensis* істотно зменшується чисельність популяції фітофага (до 65,0 %) на фоні збереження до 72,0 % бульб від заселення картопляною мілью.*

*Ключові слова: *Bacillus thuringiensis*, взаємодія «патоген-хазяїн», ентомотоксична дія, препаративна форма, фітофаг.*

Біологічний метод фітозахисту відіграє провідну роль у вирішенні проблем, що виникають в результаті пестицидного навантаження. Концепція такого захисту базується на класичних моделях біорегуляції, тобто використанні живих організмів або продуктів їх метаболізму проти живих компонентів агроценозу, а також методів, спрямованих на управління, в першу чергу, природними (біотичними) чинниками середовища, які здатні обмежувати (знижувати) чисельність і шкодочинність організмів (основний акцент на управлінні чисельністю видів шкідників, а не на їх знищенні, оскільки «шкідник» є насправді всього лиш одним із елементів середовища, який інтенсивно розмножується через порушення біологічної рівноваги). Сучасна концепція створення фітосанітарних технологій враховує основний спектр багатофакторної залежності в досягненні гарантованого захисту врожаю та екологічної безпеки [3, 4, 6]. Пріоритетними в даному напрямку стають підсилення природних механізмів гомеостазу триотрофної системи «грунт – рослина – мікроорганізм», спрямоване застосування біоагентів та екологічно перевірені інтегровані системи захисту рослин. У результаті інтенсивних досліджень останніх років у провідних наукових центрах різних країн розробляються та впроваджуються препаративні форми біопестицидів на основі вірусів, бактерій, мікроміцетів, найпростіших, нематод, а також використовуються біоконтролюючі засоби на базі ентомоакарифагів. Сьогодні у світі налічується близько 150 засобів біологічного захисту рослин (біопрепаратів); 90 % комерційних біопестицидів базується на застосуванні різних серологічних варіантів і штамів ентомопатогенних бактерій групи *Bacillus thuringiensis*

(THU). Перспективними також є агенти біопестицидів з групи бактерій *Bacillus subtilis*, види *Pseudomonas* та ін. Як самостійні засоби біозахисту виступають феромони різних членистоногих. Визнано, що більше 100 видів бактерій, 800 видів мікроміцетів і 300 видів нематод можуть бути контролюючими біологічними агентами для шкідників; 50 видів бактерій і мікроміцетів – для контролю сегетальної фітобіоти і тільки 20 видів бактерій – для боротьби зі збудниками хвороб рослин. У світовому виробництві біологічних засобів захисту рослин біопрепарати для контролю шкідників рослин складають 10 %, проти збудників хвороб – 4,6%, для боротьби з бур'янами – 1,3 % [6, 7].

Мікробіологічний контроль чисельності та розвитку шкочочинних організмів в агроценозах (мікробіозахист рослин) – це не тільки специфічна самостійна сфера знань і атрибут біологізації землеробства та рослинництва, але й найбільш екологічна, наукоємна складова інтегрованого захисту. Для високоефективного використання мікробіометоду захисту рослин необхідні комплексні дослідження біологічних особливостей природних популяцій патогенів, а також чутливих до них цільових об'єктів. Мета таких досліджень – розробка та впровадження сучасних систем мікробіологічного контролю шкідливих організмів за участю ентомопатогенних мікроорганізмів, спрямованих на відновлення та підтримку біоценотичної рівноваги агроценозів. Слід зазначити, що рівень середньої продуктивності агроценозів України в 2–3 рази поступається показникам ЄС. На цьому фоні в окремі роки від популяцій комах-шкідників країна недобирає майже 50 % урожаю основних сільськогосподарських культур [4]. Тому контроль фітосанітарного стану агроценозів – одна з важливих умов підвищення та отримання високоякісного врожаю. Згідно з постановами Ради (ЄС) № 834/2007 від 28 червня 2007 року, Комісії (ЄС) № 889/2008 від 5 вересня 2008 року біологічний метод є «основним стратегічним еколого-біологічним заходом контролю шкідливих організмів в посівах сільськогосподарських культур органічного землеробства» [10, 14]. Біометод захисту рослин – пріоритетний напрямок, який включено до переліку критичних технологій у країнах ближнього та дальнього зарубіжжя для отримання безпечної продукції, збереження довкілля, біорізноманіття і здоров'я населення. У цьому зв'язку цілеспрямовані дослідження біологічного потенціалу природних ентомопатогенних бактерій *B. thuringiensis* (як продуцентів біологічно активних речовин та агентів біопрепаратів) з комплексом властивостей, корисних для агрофітоценозів, мають надзвичайно важливу роль і актуальність у забезпеченні екологічно збалансованого аграрного виробництва. У сучасних умовах скринінг нових штамів *B. thuringiensis*, ефективних проти широкого спектру комах (*Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera*), комплексне вивчення особливостей взаємовідносин «патоген-хазяїн» та створення біопрепаратів групи *Bt* для фітозахисту є надзвичайно актуальними напрямками.

Мета даної роботи – вивчення особливостей взаємодії нових штамів *B. thuringiensis var. thuringiensis* природного походження з фітофагами картопляного агроценозу та науково-теоретичне обґрунтування доцільності використання біоценотичних технологій фітозахисту з пріоритетним використанням ентомопатогенних бактерій-регуляторів чисельності комах.

Матеріали і методи. Експедиційно-польова вибірка, збір, аналіз та зберігання зразків природних популяцій комах проводили за загальноприйнятими методиками в ентомології, екології, мікробіології [2, 5, 11]. Скринінг штамів-ентомопатогенів здійснювали в місцях масового розмноження та чисельності комах, де можливі спалахи спонтанних епізоотій, за оригінальними методиками [6]. Для мікроскопічних інструментальних досліджень використано метод забарвлення мазків культур за В. Смирновим (з урахуванням споро- та кристалоутворення при нормі їх співвідношення 1:1) [15]. Культурально-морфологічні, фізіолого-біохімічні особливості виділених штамів ентмопатогенів групи *B. thuringiensis* визначали методами, що використовуються як диференційна діагностика у порівнянні з референтними штамми [8, 9, 12, 13]. Мікробіологічні аналізи (отримання чистих культур, приготування послідовних розведень мікробних суспензій, культивування на рідких та агаризованих поживних середовищах та ін.) здійснювали загальноприйнятими методами. У роботі використано референтний екзотоксигенний штам *B. thuringiensis* H₁ 800 (біоагент препарату Бітоксисабцилін), колекція культур непатогенних мікроорганізмів сільськогосподарського призначення ФБДНУ ВНДІСГМ, Санкт-Петербург, Пушкін, штами *B. thuringiensis* (H₁) з колекції корисних ґрунтових мікроорганізмів ІСГМАВ НААН.

Ефекти взаємодії «патоген-хазяїн», ентомотоксичну дію препаративних форм на основі штамів *B. thuringiensis* досліджували в природних та лабораторних умовах, тестування проводили з різними біоекологічними видами комах, зокрема з личинками колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), гусеницями картопляної молі (*Phthorimaea operculella* Zell.) на різних стадіях розвитку. В роботі використано сорти картоплі Світанок Київський, Явір. Середній титр життєздатних спор *B. thuringiensis* в рідких препаративних формах складав не менше 3,0 млрд/1 мл культуральної рідини. Сумарна оцінка ентомотоксичної дії біоагентів *B. thuringiensis* на популяції фітофагів здійснювалася з урахуванням первинного летального ефекту та післядії. Статистична обробка отриманих результатів проводилась методами описової (варіаційної) статистики, дисперсійного аналізу на персональному комп'ютері з використанням програм MS Excel 10.0 та STATISTICA.

Результати та їх обговорення. Результати багаторічних наукових фундаментальних та прикладних досліджень свідчать, що конкурентоздатний, активний і технологічний ентмопатогенний штам бактерій та якісні показники інокулянту (високий титр, функціональна активність клітин бактерій при їх зберіганні та ін.) підвищують ефективність мікробіологічного контролю чисельності комах-шкідників [3, 6].

На підставі комплексного вивчення біологічних особливостей штамів ентмопатогенних бактерій групи *B. thuringiensis*, одержаних методом багатоступінчастої аналітичної селекції з урахуванням критеріїв чутливості комах до продуцентів мікробіопрепаратів і особливостей перебігу інфекційного, патогенного процесів, що викликаються цими бактеріями (результативності дії, післядії біоагентів) одержано ефективні штами першого серотипу (*B. thuringiensis*. var. *thuringiensis* H₁) з титром життєздатних спор від 2,0 до 3,0 млрд/мл культуральної рідини. В результаті комплексних досліджень встановлено, що чутливість фітофагів *Leptino-*

tarsa decemlineata Say., *Phthorimaea operculella* Zell. до відселектованих токсигенних штамів *B. thuringiensis* природного походження залежить від ряду факторів, а саме, по-перше, від властивостей самого патогену, які визначають його агресивність, продукування ферментів, токсинів та інших метаболітів, по-друге, від кількісних характеристик інфекційного вихідного агента, які необхідні для гарантованого інфікування комах. Ці фактори впливають на процес проходження патогенезу (від повільного до швидко розвинутого з максимальною загибеллю упродовж перших діб після інфікування). Так, експериментально доведено, що найчутливішими до дії бактеріального комплексу *B. thuringiensis* є передімагінальні стадії розвитку (личинки, гусениці) комах та виявлено пряму залежність загибелі інфікованих біотестів від дози патогену (інфекційного навантаження). Отже, різнобічна дія препаратів *B. thuringiensis* складається з різних параметрів, обумовлених взаємовідношенням «патоген-хазяїн». Екологічні чинники, котрі можуть вплинути на взаємовідносини «комаха-симбіонт», широко обговорюються так само, як і генетичні особливості симбіонтів. Ентомопатогенні мікроорганізми з різним ступенем вірулентності постійно персистують у популяціях комах-хазяїв, тому основними стратегіями застосування біоагентів *B. thuringiensis* у мікробіометоді є: 1) інтродукція збудників до популяції комах; 2) використання препаративних форм з новими властивостями для зниження чисельності фітофагів. На першому плані виникає необхідність комплексного фундаментального вивчення симбіонтних мікробних угруповань комах-шкідників, їх взаємодії та оцінки факторів патогенності, розробки методів біоконтролю чисельності фітофагів за участю створених біопестицидів з відповідним розподілом за типом дії та цільовими об'єктами. З огляду на те, що для кожного конкретного виду комах існує власний набір характерних симбіонтів (мікробіом), який може бути доповнений або збіднений внаслідок інфекційних процесів, що відбуваються, мікроорганізми-симбіонти можуть проявлятися як активні та ініціюючі агенти, прямо чи опосередковано взаємодіяти зі своїми господарями, зокрема проявляти різні реакції та морфо-функціональні перетворення на різних рівнях – від клітинного до популяційного. В умовах модельних лабораторних дослідів визначено ентомоцидну активність штамів *B. thuringiensis* H₁ щодо контактної генерації колорадського жука. Виразний максимум загибелі личинок *Leptinotarsa decemlineata* Say. молодшого віку (L_{1,2}) на третю добу досліду зафіксовано за інфекційної дози 100 млн спор/мл. На десятю добу досліду зафіксовано 100 % загибель личинок. При інфікуванні меншими дозами патогену – 25 млн/мл – ентомотоксична дія пролонгована та на десятю добу цей показник склав 80,0 %.

Антифідантний ефект препаратів на основі штамів *B. thuringiensis* носить контактний характер і здійснюється спочатку через смакові рецептори. Після надходження частини препарату в організм, трофічні функції порушуються за рахунок пригнічення діяльності центральної нервової системи, розладів трофічних ритмів, пригнічення секреції травних ферментів. Оцінка антифідантної дії штамів *B. thuringiensis* H₁ та їх складової частини - β-екзотоксину на личинок колорадського жука в польових умовах показала (табл. 1), що личинки споживають незначну частину листової поверхні рослин, помітно відстаючи в рості та розвитку. При цьому їх маса значно менша за контрольну.

Таблиця 1

Оцінка взаємодії «патоген *B. thuringiensis* – хазяїн *Leptinotarsa decemlineata* Say.» (антифідантний, ентомоцидний ефекти)

Варіант	Ступінь пошкодження листкової поверхні, %, бал	Маса личинок відносно контролю, %	Кількість пошкоджених рослин, %	Загибель личинок, через 6 діб, %
Контроль (без обробок)	75,0 (4 бала)	100	42,3	–
Децис (2,5 % к.е.)	14,0 (2 бала)	84,0	6,8	98,8
<i>B. thuringiensis</i> H_1 800	19,0 (2 бала)	88,0	20,2	85,5
<i>B. thuringiensis</i> H_1 20/3	10,5 (1 бал)	77,0	13,0	93,0

Результати польових досліджень взаємодії «патоген-хазяїн» свідчать про високу біологічну ефективність рідких препаративних форм щодо личинок колорадського жука – 92,0–97,0 %. За ефективністю біопрепарату *B. thuringiensis* не поступалися синтетичному піретроїду Децис, 2,5 % к.е. (дельтаметрин), 0,2 л/га (табл. 2).

Таблиця 2

Біотестування рідких препаративних форм на основі штамів *B. thuringiensis* (личинки *Leptinotarsa decemlineata* Say. L_1 – L_4)

Варіант	Середня чисельність фітофага (екз./рослину)			Біологічна ефективність, % на добу обліку	
	до обробки	на ... добу обліку		7	14
		7	14		
Контроль (без обробки)	19,3	30,4	24,7	–	–
<i>B. thuringiensis</i> H_1 18/7 (20 л/га)	34,0	1,9	2,1	94,4	93,8
Децис (200 г/га)	34,7	1,5	1,8	95,7	94,8

Примітка: розподіл (%) вікових стадій розвитку личинок за варіантами: *B. thuringiensis* H_1 18/7 - L_1 –39,4; L_2 –38,9; L_3 –21,7; L_4 –0; контроль - L_1 –40,0; L_2 –39,9; L_3 –20,0; L_4 –0; Децис - L_1 –42,3; L_2 –36,8; L_3 –20,4; L_4 –0; стадія яйця – 0,5; імаго – 0.

Ентомотоксичність продуктів метаболізму бактерій *B. thuringiensis* для різних фітофагів є основою для досліджень, пов'язаних із розкриттям механізмів дії продуцентів на комах та інноваційних розробок біопрепаратів, які містять споровий комплекс з кристалічними компонентами δ -ендотоксину і термостабільного β -екзотоксину. Стратегія взаємовідношень ентомопатогенів *B. thuringiensis* з організмом комахи характеризується як агресивна, оскільки збереження популяції хазяїна не є обов'язковою умовою існування ентомопатогенних бактерій. Бактерії *B. thuringiensis* здатні тривалий час

зберігатись в різних субстратах середовища існування (мешкання) комах-шкідників, наприклад у ґрунті, воді, у корі дерев, трупах комах, плодосховищах та ін., і за відповідних умов можуть бути джерелом спонтанних інфекцій і локальних мікроепізоотій (та, як наслідок, епізоотій для наступних поколінь комах-шкідників). В цьому зв'язку актуальні дослідження з визначення сприятливих стадій життєвого циклу фітофага до ентомотоксичної дії бактерій *B. thuringiensis* в умовах зберігання сільськогосподарської продукції. Відомо, що у південних регіонах заселеність пасльонових культур, а особливо рослин картоплі, фітофагом *Phthorimaea operculella* Zell. досягає 70,0 %, а пошкодження бульб – до 60,0 % [1, 16]. Оскільки надземна і підземна частини рослин картоплі активно використовується гусеницями як кормова база, то потрапляння у сховище невеликої кількості бульб, уражених міллю, може призводити до повної втрати врожаю за короткий строк. Тому картопляні сховища являються основним резерватом фітофага *Phthorimaea operculella* Zell. В модельних дослідженнях встановлено, що при використанні штаму *B. thuringiensis* H₁ - 94 загибель гусениць III–IV віку в процесі зберігання бульб картоплі при температурі 17–20 °C становила 78,0 % на 7–10 добу досліду. Ефективність дослідженого нового штаму ентомопатогена вже на 5 добу складала близько 80,0 %, на 10 добу загибель личинок зафіксована в межах 84,0 %. Тоді як у контролі загибель гусениць картопляної молі на 10 добу складала 2,7 % (табл. 3).

Таблиця 3

Ентомоцидна активність штамів *B. thuringiensis* проти гусениць картопляної молі III–IV віку при зберіганні бульб картоплі (експозиція 5', 26 °C, лабораторний модельний дослід)

Варіант	Загибель комах за днями обліку, %					Ентомоцидна активність, %
	1	3	5	7	10	
Контроль (експозиція з водою)	0	1,3	1,3	2,7	2,7	–
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> H ₁ 94	24,0	72,0	74,0	78,0	78,0	77,4
<i>B. thuringiensis</i> 376	57,3	78,7	80,0	84,0	84,0	83,56
HIP ₀₅	2,67	1,49	2,19	2,19	2,19	

Ентомопатогенні організми з різним рівнем контагіозності привертають все більш пильну увагу як засоби не тільки разового пригнічення чисельності шкідливих видів, але й як такі, що служать для створення штучних вогнищ епізоотій у популяціях видів, які стримують масове розмноження, наростання чисельності і шкідливості. Володіючи вибірковою дією, ентомопатогенні бактерії забезпечують активну участь інших природних регуляторів чисельності в контролі фітофагів. При потраплянні у сховище більше 10,0 % бульб картоплі, заселених картопляною міллю, на 60 добу спостерігалось 100 % заселення бульб фітофагом (табл. 4). При обробці бульб перед закладанням на зберігання штамми *B. thuringiensis* гарантовано зберігається продукція та істотно зменшується чисельність популяції фітофага (від 45,0 до 65,0 %) порівняно з контролем. Найбільш ефективним виявився штам *B. thuringiensis* 376, який дозволив зберегти до 72,0 % бульб від заселення картопляною міллю.

Таблиця 4

Вплив біоагентів *B. thuringiensis* на заселеність бульб картоплі картопляною мілью при зберіганні (17–19 °С, модельний дослід, сховище)

Варіант	Кількість бульб, заселених фітофагом, % за днями обліку										
	0	3	5	10	15	20	25	30	35	50	60
Контроль (експозиція з водою)	7,4	27,2	30,9	54,3	65,4	70,5	88,9	93,8	96,3	98,77	100
<i>B. thuringiensis</i> H ₁ 94	7,4	18,5	21,0	32,1	32,1	40,7	45,7	51,4	56,8	56,8	56,8
<i>B. thuringiensis</i> 376	7,4	8,6	13,4	20,7	20,7	25,6	25,6	28,0	28,0	28,0	28,0
НІР ₀₅		3,53	5,29	7,22	4,87	5,42	6,45	3,44	3,36	4,84	4,40

Накопичені дані свідчать, що після обробки шкідливих популяцій комах препаратами *B. thuringiensis* спостерігається триваліший період відмирання комах, що призводить до стабільної їх депресії. У силу цього явища змінюється і тактика застосування фітозахисних ентомопатогенних препаратів, тобто немає необхідності багаторазових обробок однієї і тієї ж популяції шкідника. Досить одноразового внесення біоагентів проти кожного покоління і у визначені строки, коли личинкові фази найбільш чутливі до їх патогенної дії. Враховуючи циклічний характер епізоотій та корельованість їх з динамікою чисельності комах-хазяїв, їх роль у регулюванні чисельності фітофагів у природних популяціях важко переоцінити, при цьому вплив абіотичних факторів набуває вторинного значення.

Дослідженнями показано, що для контролю чисельності та попередження шкідливої діяльності фітофагів прийнятні терміни, протягом яких вони не встигають нанести рослинам істотної шкоди, доцільне застосування біопрепаратів на основі штамів *B. thuringiensis* H₁. Щоб отримати належний фітозахисний ефект від застосування біопрепарату, потрібно знати основні біологічні особливості шкідників, проти яких буде застосований препарат, його характер дії на фази розвитку комахи та терміни, найбільш оптимальні для застосування.

Таким чином, ентомотоксична дія біопрепаратів на основі *B. thuringiensis* H₁ щодо різних видів комах різнобічна, зокрема за ступенем чутливості. Комбінація різних протоксинів істотно впливає на активність їх взаємодії в організмі комахи, запобігаючи непродуктивне зв'язування або, навпаки, проявляючи синергізм дії. Тому для контролю чисельності фітофагів, формування шляхів біоценотичної спрямованості сучасних систем фітозахисту доцільне застосування інноваційних, науково-методичних та практичних підходів щодо вивчення чутливості фітофагів до біоагентів *B. thuringiensis* H₁ та оптимізації технологій їх раціонального застосування при веденні агровиробництва. Біотехнологічні розробки препаративних форм *B. thuringiensis* за комплексом специфічних особливостей (ентомотоксичності) та за екологічними, технічними, соціальними показниками відповідають сучасним вимогам агровиробництва та з успіхом використовуються в системах захисту рослин. Пріоритетним є підсилення природних механізмів гомеостазу триотрофної системи, спря-

моване застосування біоагентів, екологічно вивірені багатоваріантні інтегровані системи з антирезистентною стратегією і тактикою.

Т.И. Патыка, Н.М. Лесовой, Н.В. Патыка, А.Ю. Колодяжний

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
ул. Героев Оборона, 13, корп. 4., Киев, 03041, Украина*

**БИОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ *BACILLUS THURINGIENSIS*
ВО ВРЕМЯ ВЕГЕТАЦИИ КАРТОФЕЛЯ И В УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ
ПРОДУКЦИИ**

Резюме

Представлены результаты исследований относительно формирования путей биоценотической направленности современных систем фитозащиты за счет энтомопатогенных бактерий группы *Bacillus thuringiensis*. Показано, что жидкие препаративные формы на основе штаммов *B. thuringiensis* первого серотипа H₁ проявляют высокую биологическую активность по отношению к контактными генерациям *Leptinotarsa decemlineata* Say. на протяжении онтогенеза растений картофеля – 92,0–97,0 %, а также энтомотоксическое действие относительно популяции *Phthorimaea operculella* Zell. в условиях хранения продукции – 77,0–85,0 %. При обработке клубней штаммами *B. thuringiensis* существенно уменьшается численность популяции фитофага (до 65,0 %) на фоне сохранения до 72,0 % клубней от заселения картофельной молью.

К л ю ч е в ы е с л о в а: *Bacillus thuringiensis*, взаимодействие «патоген-хозяин», энтомотоксическое действие, препаративная форма, фитофаг.

T.I. Patyka, N.M. Lesovoy, N.V. Patyka, A.Yu. Kolodjzhnyi

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
13 Heroyiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine*

**BIOCENOTICAL APPROACHES USING ENTOMOPATHOGENIC
BACTERIA OF *BACILLUS THURINGIENSIS* THE SEASON
GROWING POTATOES AND STORAGE**

Summary

The results of studies on the formation of modern ways biocenotical direction of phyto-protection by entomopathogenic bacteria of *Bacillus thuringiensis*. It is shown that liquid formulations based on strains of *B. thuringiensis* first serotype H₁ exhibit high biological activity against contact generations *Leptinotarsa decemlineata* Say. during ontogeny potato plants – 92.0–97.0 %, and entomotoxic action in relation to population *Phthorimaea operculella* Zell. in terms of storage – 77.0–85.0 %. In processing the tubers strains of *B. thuringiensis* significantly reduced population size herbivores (up 65.0 %) against the background of conservation to 72.0 % of tubers from potato moth settlement.

К е y w o r d s: *Bacillus thuringiensis*, interaction “pathogen-host” entomotoxicity, formulations, herbivores.

1. Чумаков М.А., Кузнецова Т.Л. Вредители сельскохозяйственных культур. *Phthorimea operculella* Zel. – Картофельная моль [Электронный ресурс] /http://

2. Глунов В.В. Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты – М.: Круглый год, 2001. – 736 с.
3. Петриченко В.Ф., Бомба М.Я., Патица М.В., Періг Г.Т., Івацук П.В. Землеробство з основами екології, ґрунтознавства та агрохімії – Київ: Аграрна наука, 2011. – 492 с.
4. Лісовий М.М., Чайка В.М. Екологічна функція ентомологічного біорізноманіття. Фауна комах-фітофагів деревних і чагарникових насаджень Лісостепу України: Монографія – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2008. – 384 с.
5. Лескова А.Я. Методические указания по идентификации культур *B. thuringiensis* и оценки их патогенных свойств – Л., 1984. – С. 17–19.
6. Кандыбин Н.В., Патыка Т.И., Ермолова В.П., Патыка В.Ф. Микробиоконтроль численности насекомых и его доминанта *Bacillus thuringiensis* / Под ред. Н.В. Кандыбина. – Санкт-Петербург, Пушкин: Инновационный центр защиты растений, 2009. – 254 с.
7. Монастырский О.А. Нужны ли биопрепараты и биологическая защита растений сельскому хозяйству // АгроXXI. – 2006. – № 4–6. – С. 14–17.
8. Методические рекомендации по выделению и идентификации бактерий рода *Bacillus* из организма человека и животных / под ред. В.В. Смирнова. – К., 1983. – 50 с.
9. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Молекулярное клонирование. Методы генетической инженерии. – М.: Мир, 1984. – 479 с.
10. Постанова комісії (ЄС) № 889/2008 від 5 вересня 2008 р.: Детальні правила щодо органічного виробництва, маркування і контролю для впровадження Постанови Ради (ЄС) № 834/2007 стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів. Офіційний вісник Європейського Союзу (Official Journal of the European Union) OJ L 189, 20.7.2007.
11. Яловицин М.В. Рекомендации к практикуму по бактериозам насекомых. – Саранск: Мордовский педин-т, 1985. – 118 с.
12. De Barjac H., Frachon E. Classification of *Bacillus thuringiensis* strains // Entomophaga. – 1990. – V. 35. – P. 233–240.
13. Federici B.A. *Bacillus thuringiensis* in Biological Control Handbook of Biological Control Principles and Applications of Biological Control / Edited by: Thomas S. Bellows, T.W. Fisher, L.E. Caltagirone, D.L. Dahlsten, G. Gordh and C.B. Huffaker. – Elsevier Inc. – 1999. – P. 575–593.
14. REGULATIONS Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91 // Official Journal of the European Union, 20.7.2007. – 23 p.
15. Smirnov W.A. A straining method for differentiating spores, crystals and cells of *Bacillus thuringiensis* // Insect. Pathol. – 1962. – P. 384–386.
16. Zeddani J.-L., Vasquez Soberon R.M., Vargas Ramos Z., Lagnaoui A. Producción viral y tasas de aplicación del granulovirus usado para el control biológico de las polillas de la papa *Phthorimaea operculella* *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) // Bol. Sanidad Vegetal Plagas. – 2003. – 29. – P. 659–667.

Отримано 22.03.2016