

УДК 579.26

ВПЛИВ *BACILLUS THURINGIENSIS* (BERLINER) НА ЧИСЕЛЬНІСТЬ ЕПІФІТНОЇ МІКРОФЛОРИ ФІЛОПЛАНИ ТА ЇЇ ФУНГІСТАТИЧНА ДІЯ ПРОТИ ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ В АГРОБІОЦЕНОЗІ КАРТОПЛІ

Крижко А.В., Кузнєцова Л.М.

Південна дослідна станція Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН,
Гвардійське, Сімферопольський р-н, Україна
E-mail: solanum@ukr.net

Ентомопатогенний штам *B. thuringiensis* 994, що містить β -екзотоксин, у перші дві доби після обробки рослин картоплі біоінсектицидами, сприяє зниженню чисельності бактерій-амоніфікаторів, мікроміцетів та стрептоміцетів. Штам *B. thuringiensis* 787, що не містить β -екзотоксину, протягом двох діб призводить до пригнічення росту мікроміцетів. Проте за 7 діб після обробки, спостерігали повне нівелювання впливу біологічних інсектицидів, що виявлялося у відновленні мікробного ценозу філоплани. Хімічний інсектицид Каліпсо, протягом усього періоду досліджень, спричиняє пригнічувальну дію на чисельність стрептоміцетів. Штами *B. thuringiensis* 994 та 787, проявляють антагонізм щодо фітопатогенних мікроміцети *Fusarium oxysporum* та *Alternaria solani*. В порівнянні з хімічним інсектицидом Каліпсо найбільш активно на фітопатогенні мікроміцети впливає штам *B. thuringiensis* 994, який продукує термостабільний β -екзотоксин.
Ключові слова: *Bacillus thuringiensis*, біоінсектицид, Каліпсо, епіфітна мікрофлора, фітопатогенні мікроміцети.

ВСТУП

Поверхня листя картоплі є місцеперебуванням різноманітних таксономічних груп епіфітних мікроорганізмів. Чисельність популяцій мікроорганізмів філоплани визначається віком та розташуванням листа, доступністю вологи та поживних речовин. Джерелом таких речовин служать секрети та екsudати рослин, що вимиваються з листа водою [1]. Але відомо, що епіфітна мікрофлора листків картоплі є найбільш чутливою до змін навколишнього середовища ніж бактерії в інших зв'язаних з рослинами середовища існування, наприклад ризоплани, чи у внутрішніх тканинах рослин. Епіфіти філоплани залежать від інсоляції, опадів, відносної вологості, кількості поживних речовин, вітамінів та гормонів росту [2, 3].

Епіфітна мікрофлора перешкоджає проникненню фітопатогенних мікроорганізмів у рослинні тканини і тим самим посилює імунітет рослин. Деякі мікроорганізми філоплани є антагоністами фітопатогенів [1]. Мікроорганізм, який першим потрапив на листок, займає вільні ділянки і може таким чином перешкодити іншим бактеріям розвиватися на тих самих ділянках.

Серед епіфітних мікроорганізмів листя картоплі часто трапляються і патогенні у резистентній фазі. В умовах недостатньої кількості поживних речовин на листових поверхнях рослин патогенні бактерії здатні підтримувати свої популяції на

низькому рівні, а в сприятливих умовах різко розмножуються на рослині-господарі, викликаючи інфекційний процес [2].

В останні роки в Україні значну шкоду сільськогосподарському виробництву картоплі завдають грибні хвороби. Альтернاریоз картоплі є причиною зниження врожаю через передчасне відмирання ураженої надземної частини рослини та загибель бульб при зберіганні. Мікроміцети роду *Fusarium* є збудниками фузаріозного в'янення картоплі та сухої гнилі бульб за зберігання.

Для боротьби з патогенними грибами в агроценозах України використовують переважно хімічні фунгіциди. В даний час існує низка біопрепаратів на основі мікроміцетів, бактерій та стрептоміцетів, але за певних причин вони не отримали широкого застосування у сільському господарстві. Тому, актуальним став пошук нових біологічних засобів боротьби з патогенними грибами, які були б безпечними для агробіоценозу.

Відомо, що ентомопатогенні бактерії *B. thuringiensis*, які є типовим епіфітом рослин на основі яких розроблено ряд біопрепаратів для захисту картоплі від поширеного листогризучого шкідника – колорадського жука володіють і фунгістатичною дією [4]. Тому препарати на основі таких бактерій можуть розглядатись не тільки як ентомопатогенні, але й перспективно, фунгістатичні. Враховуючи, що бактерії *B. thuringiensis* зберігаються на листях картоплі протягом тривалого часу [5], то доцільним є питання визначення їх впливу на сапрофітну та патогенну мікрофлору філоплани.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

В наших дослідженнях зразки листя рослин картоплі відбирали з ділянок, які обробляли біоінсектицидами на основі штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 з титром спор 400 млн./мл робочої рідини. Штами були виділені з комах природних популяцій у Південній дослідній станції ІСГМ НААН і депоновані в Колекції корисних ґрунтових мікроорганізмів ІСГМ НААН. Штам *B. thuringiensis* 994 продукує білковий кристалічний δ -ендотоксин та водорозчинний термостійкий термостабільний β -екзотоксин нуклеоїдної природи. Штам *B. thuringiensis* 787 продукує δ -ендотоксин, але не продукує β -екзотоксину.

Біоінсектициди отримували при культивуванні бактерій на технологічних качалках у колбах об'ємом 750 мл з 50 мл поживного середовища. Зразки листя для аналізу відбирали на 4 годину, та на 2 і 7 добу після обробки. Вплив біоінсектицидів на епіфітну мікрофлору філоплани порівнювали з впливом хімічного інсектициду Каліпсо 480 SC, к.с., діючою речовиною якого є неонікотиноїд тіаклоприд.

Дослідження проводили на рослинах картоплі сорту Явір протягом 2009 та 2010 років. Погодні умови періоду досліджень відрізнялись інтенсивністю інсоляції, кількістю опадів та відносною вологістю повітря. Так у 2009 році тривалість сонячного сяння була на 10-20 годин вище норми, а у 2010 – дорівнювало нормі. У 2009 році сума осадів склала лише 10-40% норми, а у 2010 році впродовж досліду опадів не спостерігали, але в переддослідний період зареєстровано 2 норми, що випали за 2 доби. У 2009 році недолік насичення вологості повітря підвищувався до 11-13 мб, а у 2010 до 10-12 мб.

Для аналізу епіфітної мікрофлори змив з поверхні листя проводили шляхом енергійного струшування у 100 мл стерильній воді проби рослинного матеріалу (1г) та подальшим висівом на поживні середовища [6]. Бактерії, які засвоюють органічні форми азоту, визначали на м'ясо-пептоного агарі (МПА); кількість бактерій, здатних засвоювати мінеральний азот та чисельність актиноміцетів підраховували на крохмально-амонійному агарі (КАА); чисельність мікроміцетів – на підкисленому середовищу Чапека [7].

Фунгіцидну дію штамів *B. thuringiensis* встановлювали методом перпендикулярних штрихів за Сегі [8]. Культуру бактерій висівали на агарову пластинку штрихом у 50-60 мм, що проходив через її центр. Потім матеріалом 3-добових культур грибів проводили штрихи, перпендикулярні першому. Для визначення фунгістатичної дії штамів *B. thuringiensis* у досліди було введено варіант з хімічним інсектицидом Каліпсо. Фунгіцидну дію Каліпсо визначали, використовуючи стерильний фільтрувальний папір, змочений розчином інсектициду у концентрації 1 мл на 5л води. Змочений папір розміщували на агаровій пластинці перпендикулярно засіяної штрихом культури грибів. Після посіву чашки Петрі з усіх варіантів інкубували у термостаті при температурі 27–28⁰С.

Ширину зон затримки росту вимірювали на 2 та 4 добу інкубування.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Вплив *B. thuringiensis* на чисельність епіфітної мікрофлори філоплани картоплі

В результаті роботи протягом обох років, аналіз чисельності епіфітної мікрофлори листя картоплі, проведений на 4 годину після обробки біоінсектицидами, у варіантах з культурами штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 показав високе співвідношення їх долі до загальної кількості бактерій амоніфікаторів (табл. 1). Таке співвідношення склало у середньому 0,66 та 0,71 відповідно. При обробці листя картоплі штамми *B. thuringiensis* 994 та 787 у 2009 році у жодному дослідному варіанті не відмічали істотного впливу біоінсектицидів на чисельність мікроміцетів. У 2010 році спостерігали пригнічення росту мікроміцетів у 3,0 та 1,6 разів. Істотного коливання чисельності бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту не виявлено, за винятком варіанту зі застосуванням культури штаму *B. thuringiensis* 994, за дії якої спостерігали повне пригнічення їх росту. Це може бути пов'язане з тим, що деякі бактерії роду *Bacillus* продукують антибіотики, що пригнічують ріст інших бактерій [9].

За 4 години після обробки рослин Каліпсо не було відмічено істотного впливу інсектициду на чисельність усіх груп мікроорганізмів листя картоплі, крім стрептоміцетів.

На 2 добу після обробки мікробіологічний аналіз чисельності епіфітної мікрофлори, проведений у 2009 році показав, що співвідношення долі бактерій *B. thuringiensis* штамів 994 та 787 до загальної кількості бактерій амоніфікаторів було таким як і у день обробки і складало 0,9 та 0,5 відповідно. У 2010 році, на фоні загального зниження чисельності *B. thuringiensis*, в варіантах з культурами

Таблиця 1

Вплив ентомопатогених штамів *B. thuringiensis* та хімічного інсектициду Каліпсо на епіфітну мікрофлору філосфери картоплі (польовий дослід, ПДС ІСГМ НААН, 2009, 2010 рр.)

Варіанти дослідів	Чисельність мікроорганізмів, КУО/г листя					
	Бактерії (МПА), 10 ⁶	Бактерії <i>B. thuringiensis</i> (МПА), 10 ⁶	Бактерії <i>B. thuringiensis</i> /Бактерії (МПА)	Мікрочицети (Чапека), 10 ³	Стрептомицети (КАА), 10 ⁵	Бактерії, що засвоюють мінеральні форми азоту (КАА), 10 ⁶
1	2	3	4	5	6	7
Аналіз на 4 годину						
Контроль	$\frac{1,6 \pm 0,3}{1,7 \pm 0,3}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{1,6 \pm 0,3}$	$\frac{1,0}{0,9}$	$\frac{6,7 \pm 0,7}{23,6 \pm 3,8}$	$\frac{18,0 \pm 1,7}{23,6 \pm 1,4}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{2,3 \pm 0,3}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 994	$\frac{72,3 \pm 4,9}{12,3 \pm 1,5}$	$\frac{30,7 \pm 5,2}{11,3 \pm 1,3}$	$\frac{0,4}{0,9}$	$\frac{6,6 \pm 0,9}{8,0 \pm 0,0}$	$\frac{9,6 \pm 0,8}{13,3 \pm 0,9}$	$\frac{0}{0}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 787	$\frac{56,3 \pm 11,9}{16,3 \pm 0,8}$	$\frac{29,3 \pm 5,0}{10,0 \pm 1,5}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{5,0 \pm 0,5}{15,0 \pm 1,2}$	$\frac{16,6 \pm 1,5}{19,0 \pm 0,6}$	$\frac{2,3 \pm 0,3}{1,7 \pm 0,3}$
Каліпсо 480 SC, к.с.	$\frac{2,3 \pm 0,3}{3,0 \pm 0,6}$	$\frac{0}{1,0 \pm 0,0}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{7,6 \pm 0,6}{25,7 \pm 1,2}$	$\frac{0}{2,6 \pm 0,3}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{3,0 \pm 0,6}$
Аналіз на 2 добу						
Контроль	$\frac{2,3 \pm 0,3}{1,7 \pm 0,3}$	$\frac{2,3 \pm 0,3}{1,0 \pm 0,0}$	$\frac{1,0}{0,6}$	$\frac{14,6 \pm 1,7}{51,3 \pm 3,7}$	$\frac{19,6 \pm 0,9}{24,3 \pm 0,6}$	$\frac{2,6 \pm 0,3}{3,3 \pm 0,3}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 994	$\frac{37,3 \pm 3,3}{10,6 \pm 1,6}$	$\frac{27,3 \pm 1,2}{10,0 \pm 1,5}$	$\frac{0,7}{0,9}$	$\frac{5,6 \pm 0,8}{14,0 \pm 1,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2,3 \pm 0,3}{2,7 \pm 0,3}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 787	$\frac{28,3 \pm 1,8}{12,0 \pm 1,2}$	$\frac{22,3 \pm 0,8}{5,7 \pm 0,3}$	$\frac{0,8}{0,5}$	$\frac{10,6 \pm 1,5}{19,7 \pm 2,0}$	$\frac{29,0 \pm 2,6}{31,0 \pm 0,5}$	$\frac{4,3 \pm 0,3}{4,0 \pm 0,0}$
Каліпсо 480 SC, к.с.	$\frac{2,3 \pm 0,3}{3,3 \pm 0,3}$	$\frac{1,0 \pm 0,0}{1,0 \pm 0,0}$	$\frac{0,4}{0,3}$	$\frac{12,6 \pm 1,7}{22,7 \pm 3,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{3,0 \pm 0,0}{3,3 \pm 0,3}$
Аналіз на 7 добу						
Контроль	$\frac{2,6 \pm 0,3}{3,7 \pm 0,7}$	$\frac{1,6 \pm 0,3}{1,6 \pm 0,3}$	$\frac{0,6}{0,4}$	$\frac{34,0 \pm 2,1}{18,0 \pm 2,6}$	$\frac{26,3 \pm 1,5}{33,6 \pm 0,8}$	$\frac{6,6 \pm 0,9}{7,3 \pm 0,3}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 994	$\frac{4,3 \pm 0,3}{4,0 \pm 0,6}$	$\frac{2,6 \pm 0,3}{2,0 \pm 0,0}$	$\frac{0,6}{0,5}$	$\frac{28,0 \pm 0,8}{12,3 \pm 0,9}$	$\frac{20,3 \pm 1,4}{36,3 \pm 1,5}$	$\frac{5,0 \pm 0,6}{6,0 \pm 0,5}$
Штам <i>B. thuringiensis</i> 787	$\frac{3,3 \pm 0,3}{4,6 \pm 0,9}$	$\frac{2,0 \pm 0}{2,3 \pm 0,3}$	$\frac{0,6}{0,5}$	$\frac{26,0 \pm 1,2}{11,0 \pm 2,1}$	$\frac{23,6 \pm 1,8}{27,6 \pm 1,2}$	$\frac{5,3 \pm 0,3}{5,6 \pm 0,3}$
Каліпсо 480 SC, к.с.	$\frac{1,6 \pm 0,3}{2,3 \pm 0,3}$	$\frac{1,0 \pm 0}{1,6 \pm 0,3}$	$\frac{0,6}{0,7}$	$\frac{21,6 \pm 0,9}{12,3 \pm 1,5}$	$\frac{12,3 \pm 1,2}{16,6 \pm 1,2}$	$\frac{4,3 \pm 0,3}{4,6 \pm 0,3}$

Примітка: у чисельнику дані 2009 року, у знаменнику – 2010 року.

біоінсектицидів спостерігали інтенсивне зниження амоніфікаторів (до 9,6-11,7% відносно контролю), хоча співвідношення долі бактерій *B. thuringiensis* до загальної кількості бактерій амоніфікаторів збільшувалося і досягало 0,7 та 0,8 відповідно.

За подібний період, протягом двох років, під впливом штамів 994 та 787 спостерігали пригнічення росту мікроміцетів. Чисельність таких мікроорганізмів знижувалась відповідно у 3,13 та 1,99 разів. Отримані дані пояснюються дослідженнями явища конкуренції сапрофітних бактерій листя картоплі за поживні речовини, яка створює несприятливі умови для росту некротрофних грибних патогенів [2]. У жодному дослідному варіанті істотного впливу на кількість бактерій, що засвоюють мінеральні форми азоту відмічено не було. Обробка листя культурою штаму *B. thuringiensis* 994 викликала повне пригнічення чисельності стрептоміцетів. За обробки листя культурою штаму *B. thuringiensis* 787 не відмічено істотного впливу на кількість стрептоміцетів.

На 2 добу після обробки рослин спостерігали проявлення впливу на епіфітну мікрофлору листя картоплі Каліпсо, яке виявлялось у повному пригніченні чисельності стрептоміцетів. Така дія інсектициду була аналогічна дії екзотоксинмісного штаму *B. thuringiensis* 994. Оскільки відомо, що значна кількість видів стрептоміцетів володіють антибіотичною активністю проти патогенної мікрофлори, радикальне зниження їх чисельності може впливати на зменшення стійкості рослин до природних патогенів [9]. У зв'язку з цим, застосування біоінсектицидів на основі штаму *B. thuringiensis* 787, який не містить екзотоксину, може вважатися перспективним для створення і застосування екологічно безпечних біопрепаратів.

На 7 добу досліду після обробки, мікробіологічний аналіз чисельності епіфітної мікрофлори листя картоплі, показав відсутність істотного впливу досліджуваних біоінсектицидів на чисельність усіх груп мікроорганізмів. Порівняно з контролем, відмічали повне відновлювання епіфітної мікрофлори листя, що сприяло природному функціонуванню агроєкосисеми. В той же час, за дії хімічного інсектициду Каліпсо відмічали зменшення чисельності стрептоміцетів у 2 рази.

Деякі штами *B. thuringiensis* проявляють фунгіцидну дію, а також мають корелятивний зв'язок між ентомоцидними та фунгіцидними властивостями [4], тому вивчення фунгіцидних властивостей ентамопатогенних штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 представляє певний інтерес. Літературними даними, антифунгальну активність ентамопатогенних бактерій обумовлює δ -ендотоксин, який вони продукують [10].

Враховуючи вищезазначене, наші дослідження були спрямовані на визначення фунгістатичної дії штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 проти збудників захворювань картоплі *Alternaria solani* та *Fusarium oxysporum*, що викликають відповідно альтернаріоз та фузаріозне в'янення картоплі. Вплив штамів ентамопатогенних бактерій на фітопатогенні гриби оцінювали за розміром зони пригнічення росту фітопатогенів.

В умовах лабораторного досліду встановлено, що штами *B. thuringiensis* 994 та 787 проявляють фунгістатичною дією як проти *A. solani* так і *F. oxysporum* (табл. 2).

Таблиця 2

Фунгістатична дія ентомопатогенних штамів *B. thuringiensis* 994 та 787 та хімічного інсектициду Каліпсо 480 SC, к.с. на розвиток фітопатогенних грибів *Alternaria solani* та *Fusarium oxysporum* (лабораторний дослід)

Варіанти дослідів	Розмір зон взаємодії інсектицидів та тест-мікроорганізмів, мм			
	<i>Alternaria solani</i>		<i>Fusarium oxysporum</i>	
	2 доба	4 доба	2 доба	4 доба
Штам <i>B. thuringiensis</i> 994	10,8 ± 1,1	13,5 ± 1,43	24,8 ± 0,7	27,2 ± 0,9
Штам <i>B. thuringiensis</i> 787	3,3 ± 0,3	6,6 ± 1,0	14,2 ± 1,9	16,2 ± 1,7
Каліпсо 480 SC, к.с.	7,5 ± 0,5	15,6 ± 0,6	6,5 ± 0,5	10,3 ± 0,5

Так, потягом дослідів найбільш висока фунгістатична активність проти досліджених збудників хвороб відмічена під впливом штаму *B. thuringiensis* 994, що містить δ -ендотоксин та β -екзотоксин. Під впливом штаму 787, що містить тільки δ -ендотоксин, спостерігали пригнічення росту *A. solani* та *F. oxysporum* відповідно на 49,3 та 59,5 % менше, в порівнянні зі штамом 994. *F. oxysporum* виявився у 2 рази чутливіший до дії біоінсектицидів ніж *A. solani*. Таким чином, ентомопатогенні штами *B. thuringiensis* 994 та 787, проявляють антифунгальну дію по відношенню до фітопатогенних грибів *A. solani* та *F. oxysporum*.

Пригнічення розвитку фітопатогенів *A. solani* та *F. oxysporum* хімічним інсектицидом Каліпсо також залежить від виду патогену. Протягом дослідів виявлено більш активний вплив Каліпсо на збудника альтернаріозу, та менш активний на збудника фузаріозу. У варіантах з *A. solani* ефективність Каліпсо виявилась на 15,5 % більше ніж штаму *B. thuringiensis* 994, та на 57,3 % більше, ніж штаму *B. thuringiensis* 787. У варіантах з *F. oxysporum* ефективність Каліпсо була меншою відповідно штамів 994 та 787 на 38,0 та 36,1 %. Крім того, в дослідів зі штамом 994 для *F. oxysporum* спостерігали зміну культуральних та морфологічних властивостей мікроміцету, яка проявляється в різкому пригніченні росту колоній, появи вологого прокволистого міцелію.

Виходячи з літературних даних, фунгістатична дія *B. thuringiensis* може бути пов'язана з декількома причинами. По-перше, з фунгістатичною дією δ -ендотоксину, яка характеризується єдиним механізмом специфічної дії δ -ендотоксину на різні типи аеробних організмів, включаючи бактерії та мікроміцети, котрий полягає у роз'єднанні процесів фосфорилування та дихання [10]. В той же час, досліджувані нами ентомопатогенні штами *B. thuringiensis* мають однакові типи генів кристалічних білків – *Cry* 1Ab та *Cry* 1Ba [11]. Тому можна припустити, що більш активну фунгістатичну дію штаму 994 обумовлює здатність штаму до продукування термостабільного екзотоксину [12]. По-друге, мікроорганізми-антагоністи можуть діяти на фітопатогени не тільки як антибіотики, але й як гіперпаразити. Також, з літературних джерел відома наявність у *B. thuringiensis* гідролітичних ферментів,

таких як протеаза та хітіназа. Можна припустити, що такі ферменти, забезпечують руйнування клітинної стінки на першу добу росту гриба [13].

ВИСНОВКИ

1. Таким чином, встановлено, що інсектициди за внесення у агробіоценоз картоплі у перші дні після обробки рослин обумовлюють тенденцію до змін мікробних угруповань епіфітної мікрофлори філоплани. Ентомопатогенні штами *B. thuringiensis* 994 та 787 впливають на епіфітну мікрофлору залежно від токсинів, які вони продукують. Штам *B. thuringiensis* 994, що містить β -екзотоксин, сприяє зниженню чисельності бактерій-амоніфікаторів, мікроміцетів та стрептоміцетів. Штам *B. thuringiensis* 787, що не містить екзотоксину, протягом двох діб призводить до пригнічення росту мікроміцетів.
2. Проте за 7 діб після обробки, спостерігали повне нівелювання впливу біологічних інсектицидів, що виявлялося у відновленні мікробного ценозу філоплани. Тобто, обробка рослин картоплі біологічними інсектицидами істотно не порушує механізмів взаємодії компонентів агроєкосистеми картоплі, що забезпечує її цілісність та стійкість.
3. Хімічний інсектицид Каліпсо, протягом усього періоду досліджень, спричиняє пригнічувальну дію на чисельність стрептоміцетів.
4. Ентомопатогенні штами *B. thuringiensis* 994 та 787, проявляють антагонізм щодо фітопатогенних грибів *Fusarium oxysporum* та *Alternaria solani*. Активність дії штамів залежить як від самих штамів, так і виду фітопатогену. В порівнянні з хімічним інсектицидом Каліпсо найбільш активно на фітопатогенні гриби впливає штам *B. thuringiensis* 994, який продукує термостабільний β -екзотоксин. Факт виявленої фунгіцидної активності біоінсектицидів на основі штамів *B. thuringiensis* поглиблює перспективи їх використання в системах захисту рослин з метою зниження антропогенного впливу на агробіоценози.

Список літератури

1. Зайцева В.А. Характер взаимоотношений между патогенными микромицетами филлоплана картофеля (*Solanum tuberosum* L.) / В.А. Зайцева, Р.И. Сафин // Молодые ученые – агропромышленному комплексу. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Казань: изд-во «Фэн» Академия наук РТ, 2004. – С.181–186.
2. Hirano, S.S. Bacteria in the leaf ecosystem with emphasis on *Pseudomonas syringae*, a pathogen, ice nucleus and epiphyte/ S.S. Hirano, C.D.Upper // Microbiol. Mol. Biol. Rev. – 2000. – №64. – P. 624–653.
3. Epiphytic microorganisms on strawberry plants (*Fragaria ananassa* cv. Elsanta): identification of bacterial isolates and analysis of their interaction with leaf surfaces/ Ursula Krimm, Daniel Abanda-Nkpawatt, Wilfried Schwab [et al.] // FEMS Microbiology Ecology. – 2005. – №53. – P. 483–492.
4. Гришечкина С.Д. Фунгистатическая активность различных подвидов *Bacillus thuringiensis* / С.Д. Гришечкина, О.В. Смирнов, Н.В. Кандыбин // Микология и фитопатология. – 2002. – Том 1, № 36. – С. 58–62.
5. Кандыбин Н.В. Бактериальные средства борьбы с гризунами и вредными насекомыми: теория и практика / Кандыбин Н.В. – М.: Агропромиздат, 1989. – 172с.
6. Helix 4 of the *Bacillus thuringiensis* Cry1Aa toxin lines the lumen of the ion channel/ L. Masson, B.E. Tabashnik, Y.B. Liu [et al.] // Journal of Biological Chemistry. – 1999. – V. 274(45), № 5. – P. 1996–2000.
7. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Звягинцев Д.Г. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 286 с.

8. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии / Сэги Й. – М.: Колос, 1983. – 296 с.
9. Jacques M.-A. Population Sizes, Immignilion, Growth of Epiphytic Bacteria on Leaves of Different Ages and Positions of Field-Grown Endive (*Cichorium endivia* var. *latifolia*) / M.-A. Jacques, L.L. Kinkel, C.E. Morris // *Appl. Environ. Microbiol.* – 1995. – Vol. 61, № 3. – P. 899–906.
10. Терпиловский М.А. Действие дельта-эндотоксинов *Bacillus thuringiensis* на возбудителя фитофтороза томатов *Phytophthora infestans* Постгеномная эра в биологии и проблемы биотехнологии. Материалы 2 Международной научно-практической конференции / М.А. Терпиловский, Л.К. Каменек – 15-16 сентября 2008 г. – Казань, 2008. – С. 133–134.
11. Гени інсектицидних кристалічних білків подвійної специфічності у штаммах *Bacillus thuringiensis*, виділених на території Криму/ С.Ю. Римар, І.А. Ісакова, Л.М. Кузнецова [и др.] // *Мікробіологічний журнал.* – 2006. – Т. 68, №5. – С. 35–42.
12. Смирнов О.В. Изучение действия биопрепаратов на основе *Bacillus thuringiensis* на фитопатогенные грибы / О.В. Смирнов, С.Д. Гришечкина // *Вестник защиты растений.* – 2010. – №1. – С. 27–35.
13. Журавлева Н.В. Хитинолитические ферменты: источники, характеристика и применение в биотехнологии / Н.В. Журавлева, П.А. Лукьянов // *Вестник ДВО РАН.* – 2004. – №3. – С. 76–86.

Крижко А.В. Влияние *Bacillus thuringiensis* на численность эпифитной микрофлоры филопланы и ее фунгистатическое действие против возбудителей болезней в агроценозе картофеля / А.В. Крижко, Л.Н. Кузнецова // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 89-96

Энтомопатогенный штамм *B. thuringiensis* 994, содержащий экзотоксин, в первые двое суток после обработки растений картофеля биоинсектицидом способствует снижению численности бактерий-амонификаторов, микромицетов и стрептомицетов. Штамм *B. thuringiensis* 787, не содержащий β -экзотоксина, на вторые сутки приводит к угнетению роста микромицетов. Однако, через 7 суток после обработки наблюдали полное нивелирование влияния биоинсектицидов, что выражалось в восстановлении микробного ценоза филопланы. Химический инсектицид Калипсо, весь период исследований, вызывает угнетение численности стрептомицетов.

Штаммы *B. thuringiensis* 994 та 787, проявляють антагонізм к фітопатогенним мікромицетам *Fusarium oxysporum* и *Alternaria solani*. По сравнению с Калипсо наиболее активно на фитопатогенные микромицеты влияет штамм *B. thuringiensis* 994, продуцирующий термостабильный β -экзотоксин.

Ключевые слова: *Bacillus thuringiensis*, биоинсектицид, Калипсо, эпифитная микрофлора, фитопатогенные микромицеты.

Krizhko A.V. The influence of *Bacillus thuringiensis* on the quantity of the phylloplana epiphytic microflorae and its fungustatic action against the activators of illnesses in the potato agrocenosis / A.V. Krizhko, L.N. Kusnezova // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 89-96.

The exzotoxin containing enthomopathogenic strain *B. thuringiensis* 994, in first two days after processing the potato plants with the biodisinfestant, promotes the decreasing a number of ammonifcators, fungus and streptomices. The β -ekzotoksin not containing strain *B. thuringiensis* 787, for the second days leads to inhibition the fungus growth. However, in 7 days after processing were observed the full disappearance of biodisinfestants influence, that was expressed in restoration of phylloplana microbiota. Chemical disinfestant Calipso, for all period of researches, causes the inhibition the streptomices growth.

The strain *B. thuringiensis* 994 and 787, showed the antagonism to phytopathogenic fungus *Fusarium oxysporum* and *Alternaria solani*. In comparison with Calipso, it is the most active on phytopathogenic fungus influences was the strain *B. thuringiensis* 994, which producing the thermostable β -ekzotoksin.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, biodisinfestant, Calipso, epiphytic microflora, phytopathogenic fungus.

Поступила в редакцию 22.02.2011 г.