

**В.В. Круть, Л.А. Данкевич, С.К. Воцелко, В.П. Патица**

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,  
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ ДСП, Д03680, Україна*

## **ВПЛИВ РІЗНИХ ЛИПКОГЕННИХ КОМПОЗИЦІЙ НА СПОРОУТВОРЕННЯ ТА СИНТЕЗ БІЛКА КОЛЕКЦІЙНИМИ ШТАМАМИ *BACILLUS THURINGIENSIS***

*Досліджено вплив різних липкогенних композицій на процеси спорування та синтезу білка колекційними штамами *B. thuringiensis*. Встановлено, що найбільш ефективними за даними ознаками виявилися штами *B. thuringiensis* 0293 та 98. Показано, що найкраще на процеси синтезу білка та спорування у досліджених штамів *B. thuringiensis* впливає додавання у середовище культивування липкогенних композицій А та Е в концентрації від 10 до 15 %.*

*Ключові слова: штами *B. thuringiensis*, тип спор, синтез білка, липкогенні композиції.*

Інтенсивні агротехнології, забезпечивши «зелену революцію» середини ХХ століття, призвели до непередбачених наслідків – глобального забруднення біосфери, несприятливих змін клімату, втрати біорізноманітності у більшості природних екосистем і в кінцевому підсумку до зниження якості життя населення Землі. Тому, все більше уваги приділяється розвитку екологічно збалансованих сільськогосподарських систем, в яких продуктивність рослин і тварин забезпечується завдяки використанню їх біологічних можливостей при мінімальному застосуванні екологічно небезпечних агрохімікатів – мінеральних добрив, пестицидів, регуляторів росту [3, 10, 12]. Один із основних способів досягнення цієї мети – часткова або повна заміна агрохімікатів мікробними препаратами, які в природі успішно постачають рослинам поживні речовини і захищають їх від біотичних і абіотичних стресів [3, 12]. Сільськогосподарське виробництво залежить від активності різноманітних мікроорганізмів, які забезпечують харчування і розвиток рослин та тварин, біоконтролю шкідників (комахи-фітофаги, гризуни) і бур'янів, а також родючості ґрунту тощо [4, 9, 13].

Як правило, у екологічно безпечних агротехнологіях інтенсивно використовують біосинтетичний потенціал різних фізіологічних груп мікроорганізмів, зокрема і представників роду *Bacillus*. Як відомо, більшість бактерій роду *Bacillus* є продуцентами ряду антибіотиків, ферментів, гормонів, токсинів тощо. Зокрема, відомо, що окремі види та підвиди роду *Bacillus* здатні продукувати спорокристалічні комплекси з ентомотоксичною дією [4, 9]. Серед них найбільш відомим є вид *Bacillus thuringiensis*, що під час процесу спорування продукує ряд токсинів, зокрема і термостабільний β-екзотоксин або турінгієцин [4, 9, 20]. Згубний для комах ефект полягає у токсичному впливі білків, синтезованих у процесі спорування та розвитку септицемії за рахунок проростання спор всередині кишечника комах й дією екзотоксину. Крім того, за даними деяких дослідників, спорокристалічний комплекс *B. thuringiensis*, потрапляючи в кишечник, викликає активний розвиток умовно-патогенної мікрофлори хазяїна, що також негативно впливає на функціонування системи травлення комах-шкідника [14, 16]. Саме тому, вже тривалий час препарати на основі *B. thuringiensis* застосовуються у біозахисті рослин завдяки їх високій специфічності щодо комах-шкідників, відсутності розвитку резистентності у цільових шкідників, низькій токсичності для хребетних і інших видів комах, не чутливих до даного токсину, та високій технологічності [14].

У сучасних агротехнологіях з метою підвищення ефективності біопрепаратів широко використовують липкогени різноманітної природи. Такий підхід дозволяє покращити адгезивність мікробних препаратів, посилити їх проникність до тканин, здатність утримуватися на рослинах упродовж тривалого часу і зменшувати норми їх витрат без зниження ефективності [2]. У схемі біозахисту з використанням біопрепаратів на основі *B. thuringiensis*, як правило, обприскування рослин проводять в період вегетації при появі комах молодшого віку. Така технологія істотно впливає на кінцевий титр бактерій, що взаємодіють із комахами-шкідниками, тривалість цієї взаємодії, а значить і її ефективність. Попередньо нами спільно з колегами вивчена і встановлена ефективність та доцільність використання різних липкогенних

композицій на основі вітчизняного прилипача біологічного походження ЕПАА для створення гелевих форм мікробних препаратів [3, 6, 7, 11]. Також протягом багаторічних досліджень розроблені і випробувані різноманітні технології його використання у сільському господарстві та підтверджена екологічна безпечність [2, 3, 6, 11]. З огляду на зазначене вище, доцільним є вивчення впливу липкогенних композицій на основі ЕПАА на ріст, процес спорування та синтез білка колекційними штамми *B. thuringiensis*, що і було метою наших досліджень.

**Матеріали і методи.** Об'єктами досліджень були 12 колекційних штамів *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* 0297, 0239, 240, 315, 0340, Л-4, 902, 218, 187, 275 та *B. thuringiensis* var. *kurstaki* 0293, Вtk, люб'язно надані нам доктором сільськогосподарських наук Т.І. Патиною, а також еталонний штам *B. thuringiensis* 98, який є основою препарату Бітоксикациліну (БТБ). У роботі використали наступні липкогенні композиції: А–30 % ЕПАА-М та 70 % ксампану, В–70 % ЕПАА-М та 30 % ксампану, С–80 % ЕПАА-М та 20 % ксампану, Д–50 % ЕПАА-М та 50 % ксампану, Е–30 % композиції В та 70 % ксампану. Для розробки липкогенних композицій використовували модифікований сополімер ЕПАА-М, отриманий шляхом полімеризації акриламідів і полісахариду ксантану за наявності окислювача та цільової добавки діаміну вугільної кислоти, що перешкоджає його забрудненню супутньою мікрофлорою при зберіганні [8]. Кінцева концентрація гелю у липкогенних композиціях дорівнювала 5,5 %.

Досліджувані штами культивували у мінеральному середовищі Омелянського з 3 % вмістом глюкози та різних концентрацій липкогенних композицій протягом 3 діб за швидкості 210 об/хв.

Кількість білка визначали спектрофотометричним методом за поглинанням в УФ, з наступним обрахуванням істинної кількості білка:

$$K_6 = A_{230} - A_{280} / 2,51;$$
$$K_6 = 1,55 \cdot A_{280} - 0,76 A_{260},$$

де  $K_6$  – кількість білка,  $A_{230}$ ,  $A_{280}$  та  $A_{260}$  – інтенсивність поглинання при 230, 280 та 260 нм [5].

Визначення титру бактерій у зразках проводили у камері Тома-Горяєва. Розрахунки проводили у 10 великих квадратах, з п'ятикратною повторністю, попередньо отримавши серію розведень проби, так щоб у одному великому квадраті кількість об'єктів не перевищувала 16. Титр спор обраховували за формулою:

$$X \cdot 5 \cdot 1000 = Y$$

де  $X$  – кількість спор у 1 квадраті, а  $Y$  – кількість спор у 1 мл рідини [1].

**Результати та їх обговорення.** Під час досліджень виявлена гетерогенність досліджуваних штамів *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* та *B. thuringiensis* var. *kurstaki* за кількістю синтезованого білка та титром спор. Встановлено, що найвищі рівні спорування спостерігалися у штамів *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* 0297, 0239, *B. thuringiensis* var. *kurstaki* 0293 та еталонного штаму *B. thuringiensis* 98 за умов їх культивування як на синтетичному, так і на природному середовищі (табл. 1). Оскільки титр спор у представників виду *B. thuringiensis* у більшості своїй корелює з рівнем токсинів ( $\delta$ -ендотоксин,  $\alpha$ -екзотоксин,  $\beta$ -екзотоксин) та ферментів (фосфоліпаза С, протеїназа) [18], то згадані вище штами були відібрані для подальших досліджень. Слід відмітити, що з літератури відома гетерогенність різних штамів та сероварів виду *B. thuringiensis* за здатністю синтезувати ентомопатогенні токсини, зокрема найбільш відомий  $\beta$ -екзотоксин [17]. Так, групою іспанських дослідників показано, що найвищий відсоток штамів-продуцентів даного екзотоксину належить до серовару *thuringiensis*. Окремі представники серовару *kurstaki* також здатні продукувати  $\beta$ -екзотоксин, але відсоток таких штамів порівняно зі сероваром *thuringiensis* є значно нижчим. Натомість жоден із досліджених представників сероварів *aizawai* та *morrisoni* не продукує даного ентомотоксичного білка [17]. За даними літератури така штамова гетерогенність перш за все обумовлена наявністю чи відсутністю *Cry* плазмідів [15]. Крім того, на думку деяких дослідників серовар-залежний синтез даного токсину пов'язаний із плазмідною сумісністю, обмеженим обміном плазмідями між представниками різних сероварів та серовар-залежною регуляцією плазмідних генів, що кодують синтез  $\beta$ -екзотоксину [17].

**Ефективність спорування у різних колекційних штамів *B. thuringiensis* на природному та синтетичному середовищах**

Штами <i>B. thuringiensis</i>	Титр спор на	
	синтетичному середовищі Омелянського	природному середовищі (10 % МПБ+кукурдз. екстракт)
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> 0293	4,1·10 <sup>8*</sup>	3,7·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 297	3,6·10 <sup>8</sup>	3,1·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i> Btk	3,5·10 <sup>8</sup>	3,1·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 0239	3,7·10 <sup>8</sup>	2,9·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 98	8,9·10 <sup>8</sup>	7,3·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 240	3,3·10 <sup>8</sup>	2,7·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 315	3,1·10 <sup>8</sup>	2,6·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 0304	2,9·10 <sup>8</sup>	2,7·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> Л-4	3,3·10 <sup>8</sup>	3,0·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 902	3,3·10 <sup>8</sup>	2,7·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 218	3,1·10 <sup>8</sup>	2,8·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 187	3,5·10 <sup>8</sup>	3,1·10 <sup>8</sup>
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>thuringiensis</i> 275	2,8·10 <sup>8</sup>	2,4·10 <sup>8</sup>

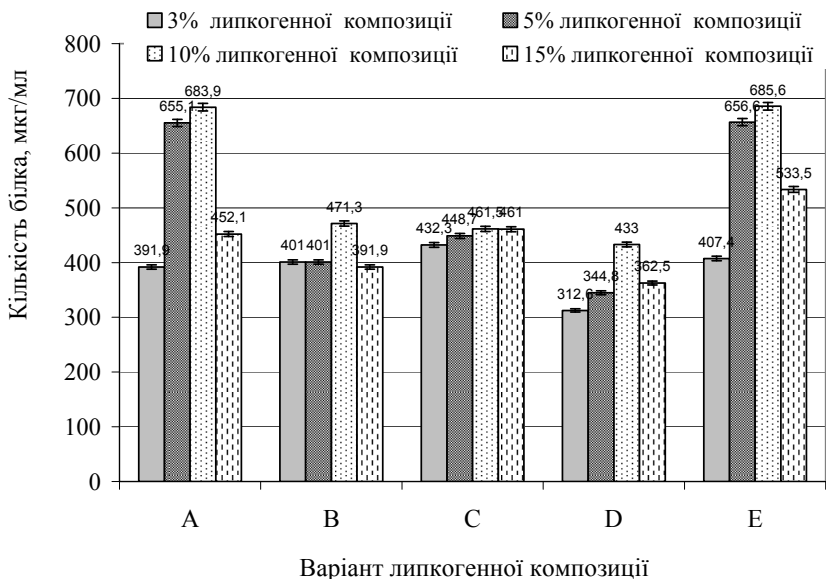
\* Примітка: похибка підрахунку титру спор даним методом в середньому становить 2,5 %

Нами показано, що додавання до середовища культивування різних липкогенних композицій у концентрації від 5 до 10 % позитивно впливає як на процес спорування у еталонного штаму *B. thuringiensis* 98 (табл. 2), так і синтез ним білка (рис. 1). Зокрема, суттєво на процеси спорування та синтезу білка даним штамом впливають композиції Е та А (табл. 2, рис. 1). Так, введення у середовище культивування 5–10 % липкогенних композицій Е та А приблизно на 1,1 та 2,3 % збільшує кількість спор, що утворюються еталонним штамом (табл. 2). Крім того, при додаванні до середовища культивування від 5 % до 10 % композиції Е кількість білка, що продукується *B. thuringiensis* 98 зростає відповідно на 61,2 та 68, 3% порівняно з контролем. При введенні у середовище культивування від 5 % до 10 % композиції А продукування білка *B. thuringiensis* 98 зростає відповідно на 67,2 та 74,5 % порівняно з контролем (рис. 1). Одержані дані узгоджуються з літературними. Зокрема, групою українських дослідників показано, що найсприятливіші умови для виживання ризобій були в варіанті з композицією Е. Так, при введенні даної липкогенної композиції до складу інокулянту титр життєздатних клітин *B. japonicum* УКМ В-6035 на кінець строку зберігання (80 діб) перевищував контрольні значення у 26,3 рази [7, 11].

Таблиця 2

**Залежність процесу спорування у еталонного штаму *Bacillus thuringiensis* 98 від культивування за присутності в поживному середовищі різних липкогенних композицій на основі препарату ЕПАА-М**

Варіант липкогенної композиції	Титр спор при додаванні у середовище культивування різних концентрацій липкогенних композицій			
	3%	5%	10%	15%
Композиція А (30% ЕПАА-М та 70% ксампану)	7,0·10 <sup>8</sup>	9,0·10 <sup>8</sup>	9,1·10 <sup>8</sup>	7,2·10 <sup>8</sup>
Композиція В (70% ЕПАА-М та 30% ксампану)	7,0·10 <sup>8</sup>	7,0·10 <sup>8</sup>	7,3·10 <sup>8</sup>	7,0·10 <sup>8</sup>
Композиція С (80% ЕПАА-М та 20% ксампану)	7,2·10 <sup>8</sup>	7,2·10 <sup>8</sup>	7,3·10 <sup>8</sup>	7,3·10 <sup>8</sup>
Композиція D (50% ЕПАА-М та 50% ксампану)	6,5·10 <sup>8</sup>	6,7·10 <sup>8</sup>	7,2·10 <sup>8</sup>	6,8·10 <sup>8</sup>
Композиція Е (30% композиції В та 70% ксампану)	7,0·10 <sup>8</sup>	9,0·10 <sup>8</sup>	9,1·10 <sup>8</sup>	8,8·10 <sup>8</sup>



**Рис. 1. Синтез білка еталонним штамом *Bacillus thuringiensis* 98 за наявності в поживному середовищі різних ліпогенних композицій на основі препарату ЕПАА-М.**

Зважаючи на перспективність використання даних ліпогенних композицій у складі геліних препаратів нами було перевірено ефективність їх додавання у різних концентраціях до середовища культивування решти колекційних штамів.

Показано, що еталонний штам *B. thuringiensis* 98 характеризувався найвищим рівнем синтезу білка за концентрації 10 % ліпогенної композиції Е, в той час як колекційні штами *B. thuringiensis* 0239, 0293 та 0297 синтезували найбільше білка при 15 % концентрації ліпогену композиції Е у середовищі культивування. Слід також відмітити, що для всіх досліджених штамів *B. thuringiensis* введення 20 % ліпогенної композиції Е в середовище культивування призводило до зниження кількості білка, що продукується (рис. 2), а в окремих випадках і кількості спор (табл. 3). Крім того, додавання до середовища культивування *B. thuringiensis* 0239 та 0297 15 % ліпогенної композиції Е призводило до незначного підвищення кількості білка (на 2,2–8,5 %) порівняно з введенням 10 % концентрації даної композиції. Натомість, додавання до середовища культивування *B. thuringiensis* 0293 15 % зазначеної ліпогенної композиції індукуює на 85,6 % вище, порівняно з 10 % концентрацією даної композиції, рівні білкового синтезу, що робить даний штам найбільш перспективним для подальшого вивчення та можливого використання з біотехнологічною метою (рис. 2). Але в будь-якому випадку, використання ліпогенної композиції Е приблизно у 1,6–2,4 рази покращувало синтез білка та у 1,0–1,9 рази збільшувало кількість спор дослідженими штамми порівняно з контролем.

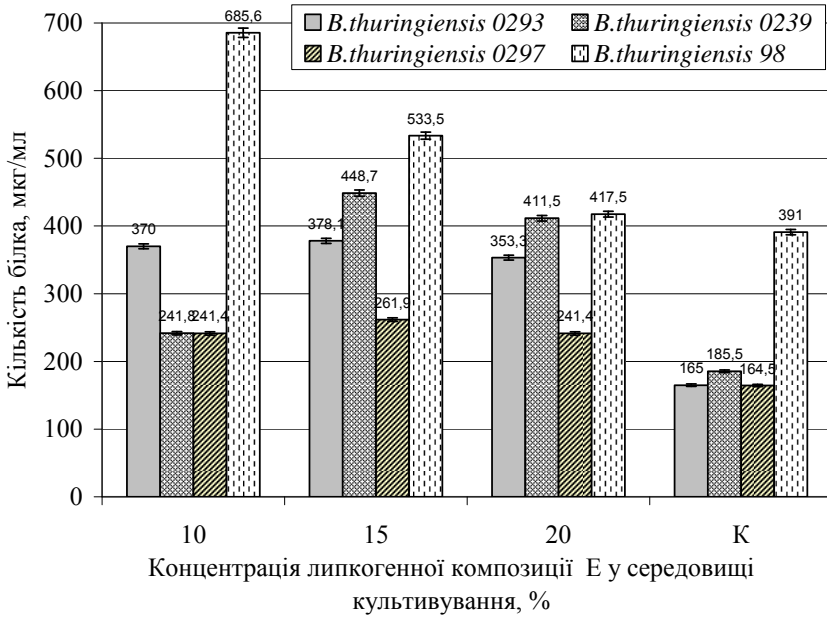
**Таблиця 3**

**Залежність процесу спорування у колекційних штамів *Bacillus thuringiensis* та еталонного штаму *Bacillus thuringiensis* 98 від наявності у поживному середовищі різних концентрацій ліпогенної композиції Е**

Концентрація ліпогенної композиції у середовищі, %	Рівень спорування у штамів <i>B. thuringiensis</i> , кл/мл			
	0293	0239	0297	98
10	4,6·10 <sup>8</sup>	3,9·10 <sup>8</sup>	3,9·10 <sup>8</sup>	9,1·10 <sup>8</sup>
15	4,6·10 <sup>8</sup>	7,1·10 <sup>8</sup>	3,9·10 <sup>8</sup>	8,8·10 <sup>8</sup>
20	4,6·10 <sup>8</sup>	7,1·10 <sup>8</sup>	3,9·10 <sup>8</sup>	7,1·10 <sup>8</sup>
Контроль	4,1·10 <sup>8</sup>	3,7·10 <sup>8</sup>	3,6·10 <sup>8</sup>	8,9·10 <sup>8</sup>

Отже, серед дослідних варіантів геліних форм інсектицидних препаратів на основі штамів *B. thuringiensis* найбільш ефективним для утворення білка і спор є додавання 15 % ліпо-

генної композиції Е до середовища культивування *B. thuringiensis* 0293 та 10 % даної композиції до середовища культивування *B. thuringiensis* 98.



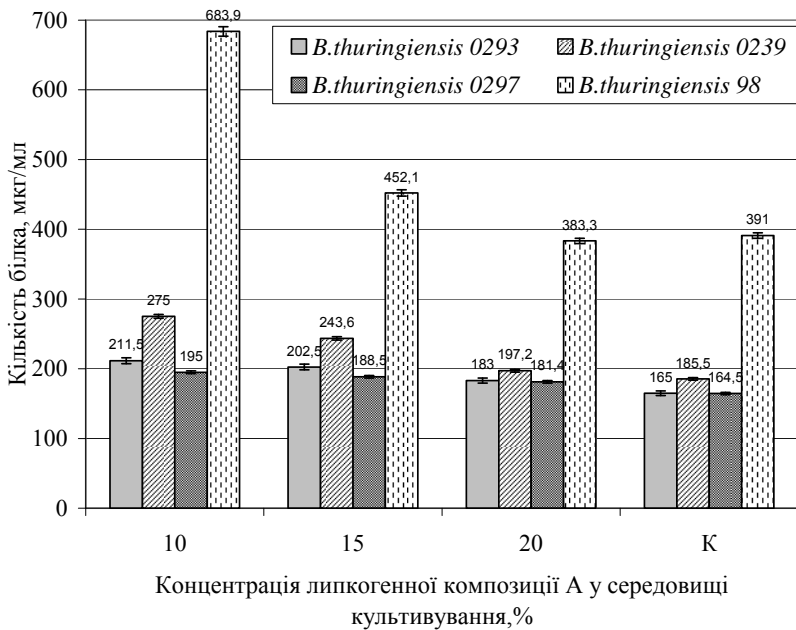
**Рис. 2.** Синтез білка колекційними штамами *Bacillus thuringiensis* та еталонним штамом *Bacillus thuringiensis* 98 за наявності в поживному середовищі липкогенної композиції Е.

Як зазначалося раніше, серед усіх використаних композицій перспективною є липкогенна композиція А. Саме тому, ми перевірили ефективність додавання даної композиції до середовища культивування колекційних штамів *B. thuringiensis* та еталонного штаму *B. thuringiensis* 98 (рис. 3, табл. 4). Як видно з табл. 4 найбільш ефективно на спорування у еталонного штаму *B. thuringiensis* 98 впливало додавання 10 % липкогенної композиції А у середовище. Натомість, тотальний вихід білка в решти штамів *B. thuringiensis* був вищим у випадку введення 15 % липкогенної композиції А у середовище культивування. Згідно з даними літератури, для повноцінного ентомотоксичного ефекту штамів *B. thuringiensis* необхідний набір як δ-ендотоксину, що є основою параспорового комплексу і відрізняє представників даного виду від решти видів роду *Bacillus*, так і спільних для близько споріднених з групою *B. cereus – thuringiensis* видів – α-екзотоксину та β-екзотоксину [18]. Тому серед протестованих параметрів більш важливою є саме кількість тотального білка, оскільки даний показник може мати більшу кореляцію з рівнем ентомотоксичного ефекту того чи іншого штаму. Слід також відмітити, що найвищий титр спор (табл. 4) та найбільшу кількість білка (рис. 3) як у випадку із використанням композиції Е, так і композиції А, продукували саме штами *B. thuringiensis* 0293 та *B. thuringiensis* 98.

**Таблиця 4**

**Залежність процесу спорування у колекційних штамах *Bacillus thuringiensis* та еталонного штаму *Bacillus thuringiensis* 98 від наявності у поживному середовищі різних концентрацій липкогенної композиції А**

Концентрація липкогенної композиції у середовищі, %	Рівень спорування у штамів <i>B. thuringiensis</i> , кл/мл			
	0293	0239	0297	98
10	$4,3 \cdot 10^8$	$4,3 \cdot 10^8$	$3,8 \cdot 10^8$	$8,9 \cdot 10^8$
15	$4,4 \cdot 10^8$	$4,7 \cdot 10^8$	$4,1 \cdot 10^8$	$9,1 \cdot 10^8$
20	$4,3 \cdot 10^8$	$4,5 \cdot 10^8$	$3,8 \cdot 10^8$	$9,0 \cdot 10^8$
Контроль	$4,1 \cdot 10^8$	$3,7 \cdot 10^8$	$3,6 \cdot 10^8$	$8,9 \cdot 10^8$



**Рис. 3. Синтез білка колекційними штамами *Bacillus thuringiensis* та еталонним штамом *Bacillus thuringiensis* 98 за наявності в поживному середовищі липкогенної композиції А.**

Зокрема, додавання до середовища культивування даних штамів 15 % композиції А збільшувало їх титр спор у 1,0-1,3 рази. Введення 10 % даної липкогенної композиції у середовище культивування *B. thuringiensis* 0293 та *B. thuringiensis* 98 збільшувало тотальну кількість білка у 1,48–1,75 рази (рис. 3). Тобто, сумарний вихід білка при додаванні даних липкогенних композицій порівняно з контролем збільшувався на 48,3–57,7%. Згідно з даними літератури рівень синтезу ентомопатогенних токсинів у представників *B. cereus* – *thuringiensis* групи є штамовою ознакою [17, 20]. Так, бельгійськими дослідниками показано, що серед 1260 штамів *B. thuringiensis* патогенних для бавовняного довгоносика рівень синтезу β-екзотоксину І типу коливався у межах від 11 до 225,3 мкг/мл [15]. Натомість, американські науковці показали, що продукція даного типу токсину значною мірою залежить не тільки від сероварової та штамової приналежності ентомопатогенних представників роду *Bacillus*, а також середовища їх культивування [17]. Слід також відмітити, що збільшення концентрації липкогенної композиції А у середовищі культивування до 20 % негативно впливало як на процес спорування, так і на процес синтезу білка усіма дослідженими штамми. Отже, використання 10 % липкогенної композиції А найбільш позитивно впливало на утворення білка, а 15 % – на титр спор, що утворюються штамми *B. thuringiensis* 0293 та *B. thuringiensis* 98.

Таким чином, отримані результати свідчать, що найкраще на процеси синтезу білка та спорування у досліджених штамів *B. thuringiensis* впливає додавання у середовище їх культивування липкогенних композицій А та Е в концентрації від 10 до 15 %. Слід також відмітити, що рівень продукції білка як і титр спор є штамовою ознакою. Найбільш перспективними за даними ознаками виявилися штами *B. thuringiensis* 0293 та *B. thuringiensis* 98. Оскільки ентомопатогенність представників виду *B. thuringiensis* та ефективність їх використання у якості біопрепаратів є явищами багатофакторними, на наш погляд, доцільним є подальше всебічне вивчення відібраних нами штамів *B. thuringiensis* 0293 та *B. thuringiensis* 98.

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЛИПКОГЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА СПОРООБРАЗОВАНИЕ И СИНТЕЗА БЕЛКА КОЛЕКЦИОННЫМИ ШТАМАМИ *BACILLUS THURINGIENSIS***

**Резюме**

Исследовано влияние различных липкогенных композиций на процессы спорообразования и синтеза белка коллекционными штаммами *B. thuringiensis*. Установлено, что наиболее эффективными по данным признакам оказались штаммы *B. thuringiensis* 0293 и 98. Показано, что лучше всего на процессы синтеза белка и спорообразования у исследованных штаммов *B. thuringiensis* влияет добавление в среду культивирования липкогенных композиций А и Е в концентрации от 10 до 15 %.

Ключевые слова: штаммы *B. thuringiensis*, титр спор, синтез белка, липкогенные композиции.

**INFLUENCE OF DIFFERENT STICKY-GENE COMPOSITION ON SPORULATION AND PROTEIN SYNTHESIS BY *BACILLUS THURINGIENSIS* COLLECTION STRAINS**

**Summary**

The influence of different sticky-gene composition on sporulation and protein synthesis by *B. thuringiensis* collection strains has been investigated. It has been determined that the most effective according this characteristics were *B. thuringiensis* collection strains 0293 and 98. It has been shown that the best on protein synthesis processes and sporulation by investigated *B. thuringiensis* strains influences adding to the culture medium sticky-gene compositions A and E in a concentration of from 10 to 15%.

Key words: *B. thuringiensis* strains, spores titer, protein synthesis, sticky-gene composition.

1. Аникиев В.В., Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. – Второе изд. – М. «Просвещение», 1983. – 52с.
2. Воцелко С.К., Гвоздяк Р.И., Данкевич Л.А., Литвинчук О.О., Патица В.П. ЕПАА – універсальний біологічний прилипач пестицидів і регуляторів росту рослин (Методичні рекомендації) – Київ, 2007. – 26с.
3. Каменева І.А., Грітчина Л.Ю., Мельничук Т.М., Патица В.П., Воцелко С.К., Шерстобов М.К., Алексєнко Н.В. Перспектива розробки гелічних препаратів на основі агрономічно корисних мікроорганізмів// Матеріали ХІІ з'їзду Товариства мікробіологів України ім. С.М.Виноградського (25-30 травня 2009р.) – Ужгород:Ужгородський національний університет, – 2009. – С.376.
4. Кандыбин Н.В., Патыка Т.И., Ермолова В.П., Патыка В.Ф. Микробиоконтроль численности насекомых и его доминанта *Bacillus thuringiensis* – Санкт-Петербург, Пушкин: ВИЗР, 2009. – 252 с.
5. Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии. Учебное пособие для студентов биологических специальностей. – М., «Высшая школа», 1971. – 352 с.
6. Литвинчук О.А., Воцелко С.К., Пасичник Л.А., Патица В.П. Характеристика новой гелевой композиции на основе ЭПАА и *Rantoea agglomerans* // Материали VII Международной конференции «Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии» (Минск 31 мая–4 июня 2010 г) – Минск, Беларусь, – 2010. – С.457–459.
7. Патент України UA 89120 C12 №1/00, А 01С 1/00 Композиція для інокуляції насіння бобових рослин на основі бульбочкових бактерій та липкогена ЕПАА / Леонова Н.О., Воцелко С.К., Титова Л.В., Грегало І.С., Іутинська Г.О., Патица В.П. // Опубл.25.12.2009. – Бюл. № 24

8. Патент України на корисну модель UA 60637, C08F 120/00 Спосіб одержання легкорозчинного співполімеру поліакриламід («ЕПАА-М») / Воцелко С.К., Гнідець В.П., Данкевич Л.А., Литвинчук О.О., Патица В.П. // Опубл. 25.06.2011 – Бюл. № 12
9. Патыка В.Ф., Патыка Т.И. Экология *Bacillus thuringiensis*. – Киев: ПГАА, 2007. – 216 с.
10. Петриченко В.Ф., Тихонович І.А., Коць С.Я., Патица М.В., Мельничук Т.М., Патица В.П. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем // Вісник аграрної науки. – 2012. – №8. – С. 5–11.
11. Титова Л.В., Бровко И.С., Леонова Н.О., Воцелко С.К., Иутинская Г.А., Патица В.П. Роль липкогенных компонентов в повышении физиологической активности ризобий и продуктивности соево-ризобияльного амбиоза // Микробиол. журн. – 2012. – 74, № 6. – С. 9–16.
12. Тихонович І.А., Проворов Н.А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // Сельскохозяйственная биология: Серия биология растений. – 2011. – №3. – С. 3–9.
13. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К.І. Андреюк, Г.О. Іутинська та ін. – Київ: Обереги, 2001. – 240 с.
14. Bravo A., Gill S. S., Soberon M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control // Toxicon. – 2007– 49, N 4 – P. 423–435.
15. Espinasse S., Gohar M., Chaufaux J., Buisson Ch., Perchat S., Sanchis V. Correspondence of high level of  $\beta$ -exotoxin I and the presence of cry1B in *Bacillus thuringiensis* // Applied and Environmental Microbiology – 2004. – 68, N 9. – P. 4182–4186.
16. Frankenhuyzen K., Yuehong L., Tonon A. Interactions between *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* HD-1 and midgut bacteria in larvae of gypsy moth and spruce budworm // Journal of Invertebrate Pathology– 2010– 103, N 2 – P. 124–131.
17. Hernandez C.S., Martinez C., Porcar M., Caballero P., Ferre J. Correlation between serovars of *Bacillus thuringiensis* and type I  $\beta$ -exotoxin production // J. Invertebr Pathol. – 2003. – 82, N 1. – P. 57–62.
18. Kreig A., Lysenko O. Toxin and enzymes of several species of *Bacillus*, especially of the *B. Cereus* – *thuringiensis* group // Zentralbl. Bacteriol. Naturwiss. – 1979. – 134, N 1. – P. 70–88.
20. Levinson B.L., Kasyan K.J., Chiu S.S., Currier T.C., Gonzales J.M. Identification of  $\beta$ -exotoxin production, plasmids encoding  $\beta$ -exotoxin, and a new exotoxin in *Bacillus thuringiensis* by using high-performance liquid chromatography // Journal of Bacteriology – 1990. – 172, N 6. – P. 3172–3179.

Отримано 22.10.2013