

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СЕРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ШТАММОВ *BACILLUS THURINGIENSIS* SUBSP. *DENDROLIMUS*

Г. В. БАРАЙЩУК, В. С. КУЛАГИН, Э. К. АФРИКЯН

С использованием истощенных II-антисыворотков изучены серологические свойства 120 природных штаммов серотипа 4 *B. thuringiensis*. Среди культур данного серотипа впервые показано существование штаммов с антигенным строением 4а и 4в, а также возможность дифференцирования культур var. *tusienensis* по высокому содержанию антигенной фракции 4в и их выделению в самостоятельный биотип.

Առավանաիրված էն *Bacillus thuringiensis* տեսակի չորրորդ սերոտիպի 120 բնական շտամների սերոլոգիական հատկանիշները՝ օգտագործելով ժտրակային հակապրոթեոկներ: Առաջին անգամ հաստատված էն *dendrolimus* ենթատեսակի մեջ 4a և 4b ենթատեսակների առկայությունը, ինչպես նաև var. *tusienensis* ենթատեսակին պատկանող կուլտուրաների առկայությունը բիոտիպի իդենտիֆիկացիայի նախադրությունը 4b անտիգենային ֆրակցիայով հարմար գրանցելի օգնությամբ:

Serological properties of 120 natural strains of serotype 4 *B. thuringiensis* have been studied using the II-antisera. The presence of subserotypes 4a and 4b has been revealed for the first time within the studied cultures of *Bacillus thuringiensis* subsp. *dendrolimus*. The possibility of the identification of var. *tusienensis* strains as a separate biotype by the use of high content of 4b antigenic fraction has been stated.

Ключевые слова: энтомопатогенные бактерии, микробиометод, дендробациллы.

Энтомопатогенные бактерии вида *Bacillus thuringiensis* широко распространены в природе, они выделяются из насекомых и различных эколого-географических зонах, что говорит об их большой экологической пластичности. Выделено свыше 20 серотипов *B. thuringiensis*, поражающих более 500 видов насекомых в лесных, декоративных, древесных насаждениях, в садах, на виноградниках и полях.

В Северном Прихубеугулье МНР, где энтомопатогенные бактериальные препараты никогда не применялись, *B. thuringiensis* был выделен из эпифитной микрофлоры 7,3% образцов растений, 4,8% образцов почвы и 1,9% живых насекомых [7]. При обследовании стаций обитания насекомых патогенные кристаллофорные бактерии данного вида выделены из 50 видов насекомых и с 22 видов древесных, кустарниковых и травянистых растений [6].

При обследовании 57 водяных мельниц и 22 районах области Косовы (Югославия) установлено широкое распространение *B. thuringiensis* среди 5 видов чешуекрылых (*Ephesia kuhniella*, *E. plutella*, *Plochia interpunctella*, *Plutella maculipennis*, *Pieris farinalis*) [22]. Бактерии данного вида выделялись в пределах 2—72% обследованных

личинок мельничной огневки во всех исследованных районах, причем была выявлена приуроченность их именно к мельничной огневке. Другие виды чешуекрылых даже в одном месте были заражены в меньшей степени.

Ромашовой с сотр. [10] была показана возможность переноса и распространения этих бактерий в различных районах земного шара с помощью перелетных птиц. Культуры *B. thuringiensis* выделялись в 3,8% проанализированных образцов арагасовых, искодовых, кошарных, куриных клещей, постельных клопов, пухосодов, внутренних органов и перьевого покрова домашних кур, фазанов, грачей, ворон серых, воробьев полевых и домашних.

По мере накопления данных природные штаммы, выделенные в различных эколого-географических районах, по физиолого-биохимическим и серологическим свойствам внутри некоторых серотипов подразделялись на биотипы [4, 17-19]. В зависимости от частоты встречаемости того или иного серотипа Африкании [1, 2] предложил выделить эколого-географические зоны: *sotto*, *aizawai* — Дальний Восток; *dendrolimus* — Сибирь; *alesti* — Европа; *caucasicus* — Кавказ; *kenyae* — Африка; *entomocidus*, *finitimus* — Северная Америка, а культуры серотипов *berliner (thuringiensis)* и *galleriae* — как широко распространенные разновидности без определенной эколого-географической локализации [1, 2].

Изучение экологии разновидностей *B. thuringiensis* важно для понимания хозяино-паразитарных отношений в биоценозах, и особенности для вредных насекомых, дающих вспышки массового размножения на больших площадях. Эти исследования имеют существенное значение для целенаправленного поиска в природе штаммов, отличающихся высокой энтомоцидной активностью, и разработки способов их более рационального и эффективного использования. Выяснение закономерностей экологического распространения разновидностей *B. thuringiensis* позволит выявить условия выживаемости и репродукции этих бактерий в природе, что имеет основополагающее значение для рационального и эффективного применения инсектицидных препаратов из культур данного вида. Особый интерес представляет вопрос о приуроченности отдельных разновидностей к отдельным видам насекомых в плане выявления их адаптационной изменчивости.

Ромашова с сотр. [10] при изучении штаммов, выделенных из клещей и других насекомых в Киргизии, отмечает наличие следующих серотипов: I — *thuringiensis*, V — *galleriae*, IV — *dendrolimus*. Наиболее часто высевались культуры серотипа 5. При изучении микрофлоры постельных клопов из разных районов Киргизии было установлено распространение пяти серотипов — *thuringiensis*, *dendrolimus* и *galleriae*, *alesti*, *subtoxicus*.

Японскими авторами [20] были проанализированы Н-антигены 241 штамма кристаллофорных бактерий, выделенных в основном из испражнений гусениц тутового шелкопряда нескольких префектур. По их данным, в Японии преобладают серотипы *alesti*, *aizawai*, *sotto*, *dendrolimus*, *morrisoni*. Сравнительно редко встречаются культуры серот-

типов *thuringiensis*, *kurstaki*, *kenyae*, *toumanoffi*. Отмечено, что бактерии, принадлежащие к разным серотипам, иногда выделялись одновременно из одной и той же гусеницы.

Талалаева [14], изучая 300 культур *B. thuringiensis*, выделенных из различных видов насекомых, установила, что в Сибири наиболее распространенными серотипами являются *dendrolimus* (59%), *thuringiensis* (33%), *galleriae-canadensis* (6%), *alesti* (2% от числа всех идентифицированных культур).

Малоквасова и Черышева [9] при анализе микрофлоры дендрофильных чешуекрылых Дальнего Востока отмечают преобладание серотипов *sotto*, *dendrolimus*.

Африкян и Чил-Акопян [3] из тутового шелкопряда, насекомых-вредителей, почвы и других природных субстратов различных географических зон Армении выявили 7 серотипов *B. thuringiensis*. Чаще всего высевались культуры серотипов *caucasicus (darmstadiensis)* и *galleriae*; реже — *dendrolimus* и *morrisoni*, совсем мало — *thuringiensis*, *alesti*. Обнаружены районы очагового распространения культур отдельных серотипов [16].

В данной работе нами обобщены результаты изучения штаммов *B. thuringiensis*, выделенных из различных источников в станциях обитания насекомых таежной зоны.

**Материал и методика.** Объектом исследования служила коллекция из 132 культур *B. thuringiensis*, выделенных в разные годы в лаборатории экологии и микробиологии насекомых НИИ биологии при Иркутском государственном университете. Культуры бактерий выделены при исследовании микрофлоры почвы, растений и насекомых из лесных и степных биоценозов, где энтомопатогенные бактериальные препараты не применялись (табл. 1). Основная масса культур *B. thuringiensis* была выделена в Иркутской области.

Гусенички анализируемых образцов пастеризовались при 75° в течение 20 минут. Микробиологический анализ проводился рассевом суспензии на поверхность сухого питательного агара или агаризованной дрожже-полисахаридной среды.

Для изучения морфологических, культуральных и физиолого-биохимических показателей пользовались схемой, предложенной Де Баржак и Бонфуа [17—19]. Для изучения антигенного строения исследуемых культур были получены антигугутиковые сыворотки серотипа 4 по схеме Де Баржак и Бонфуа [17]. Иммунизация кроликов проводилась комбинированным способом: поддозы внутривенно в хвостовую ушную везу, поддозы — в бедро [12]. Истощение H-антисывороток проводили по модифицированному нами методу Де Баржак и Бонфуа [17] и Кастеллани [8]. С этой целью каждую сыворотку адсорбировали антигенами другой культуры для устранения гомологичных антител и выявления специфичности [8, 17, 18]. В качестве типовых культур для получения H-антигугутиковых сывороток *B. thuringiensis* использованы типичные для отдельных серотипов штаммы из коллекции Института микробиологии АН АрмССР: шт. 1901 (*dendrolimus*), шт. 1002 (*sotto*), шт. 1006 (*toumanoffi*), шт. 1010 (*kenyae*). Биологическая активность проверялась на гусеницах лаварного шелкопряда по  $LC_{50}$  и коэффициенту активности штаммов ( $K_s$ ), который представляет собой отношение среднелетальных концентраций ( $LC_{50}$ ) штамма-эталола и испытуемого штамма. В качестве штамма-эталола использовали препарат дендробаллалана.

**Результаты и обсуждение.** Талалаевой и Покровской [13—15] было установлено, что по H-антигену серотипы *sotto* и *dendrolimus* разделить невозможно, что было подтверждено японскими учеными

Т а б л и ц а 1. Происхождение выделенных культур *B. thuringiensis*

Место выделения	Источник выделения	№ штаммов	Год выделения
Иркутская область	Растения	1, 2	1974
		29, 30, 31, 32, 121	1980
		34	1981
	Почва	3, 4, 5	1978
		25, 26	1979
		33	1980
		35, 36	1981
		59	1982
	Гусеницы сибирского шелкопряда (бактерионосители)	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	1978
		37, 38, 39, 40	1981
	Гусеницы сибирского шелкопряда (трупы)	41, 42	1981
		60, 61, 62, 63, 64, 65, 88, 89, 90, 91	1982 1983
Насекомые, сопутствующие сибирскому шелкопряду в биоценозе (бактерионосители)	14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	1978	
	27, 28	1979	
	43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 123	1981	
	92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 132	1983	
Читинская область	Растения	108, 109, 110, 111, 112, 113, 114	1983
	Почва	117, 118, 119, 120	1984
Бурятская область	Гусеницы сибирского шелкопряда (трупы)	66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 126, 127	1982
Монгольская Народная Республика (Хубсугульский аймак)	Растения	52, 52, 54, 122	1981
		79, 129	1982
	Почва	55, 56, 57, 58	1981
		80, 124, 125	1982
	Вода	115	1983
	Насекомые (бактерионосители)	81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 128	1982
		116, 130, 131	1983

[20]. Одновременно ими было показано, что биотины четвертого серотипа *sotto*, *dendrolimus*, *kenyae* отличаются друг от друга свойствами O-антигенов: сыворотка *B. thuringiensis subsp. dendrolimus* вызывает преципитацию антигена в низких титрах, а сыворотки *sotto* и *kenyae* — в сравнительно высоких.

Результаты наших опытов по перекрестной реакции при применении антигугтиковых сывороток к типовым культурам разновидностей *dendrolimus*, *sotto*, *tuviensis*, *kenyae* приведены в табл. 2. Из представленных данных следует, что антисыворотка, полученная к культуре *dendrolimus*, дает положительную реакцию агглютинации в разведении 1:12800 с антигенами культур *dendrolimus*, *sotto*, *tuviensis* и в разведении 1:400 с антигеном *kenyae*. Антисыворотки, полученные к штаммам *sotto* и *tuviensis*, агглютинировали с испытуемыми антигенами точно таким же образом. Антигугтиковая сыворотка культуры *kenyae* вступает в реакцию агглютинации в разведении 1:800 с антигеном *dendrolimus*, в разведении 1:400 с антигенами *sotto* и *tuviensis* и 1:12800 с антигеном *kenyae*. Представленные данные свидетельствуют о принадлежности испытанных культур к четвертому серотипу и серологической идентичности культур *dendrolimus*, *sotto*, *tuviensis*.

Таблица 2. Перекрестная агглютинация при применении сывороток к культурам серотипа 4 *B. thuringiensis*

Антиггугутиковые сыворотки к культурам	Антигены разновидностей			
	<i>dendrolimus</i>	<i>sotto</i>	<i>tuviensis</i>	<i>kenyae</i>
<i>dendrolimus</i>	1:12800	1:12800	1:12800	1:400
<i>sotto</i>	1:12800	1:12800	1:12800	1:400
<i>tuviensis</i>	1:12800	1:12800	1:12800	1:400
<i>kenyae</i>	1:600	1:400	1:400	1:12800

Более детальное изучение антигенного строения культур четвертого серотипа проводилось с помощью истощенных сывороток. Схема истощения и ее результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Перекрестная реакция агглютинации при применении истощенных сывороток к культурам серотипа 4 *B. thuringiensis*

Сыворотка к культурам	Насыщение сывороток антигенами	Антигены разновидностей			
		<i>dendrolimus</i>	<i>sotto</i>	<i>tuviensis</i>	<i>kenyae</i>
<i>dendrolimus</i>	<i>sotto</i>	0	0	—	—
	<i>tuviensis</i>	0	—	0	—
	<i>kenyae</i>	1:3200	—	—	0
<i>sotto</i>	<i>dendrolimus</i>	0	0	—	—
	<i>tuviensis</i>	—	0	0	—
	<i>kenyae</i>	—	1:3200	—	0
<i>tuviensis</i>	<i>dendrolimus</i>	0	—	0	—
	<i>sotto</i>	—	0	0	—
	<i>kenyae</i>	—	—	1:12800	0
<i>kenyae</i>	<i>dendrolimus</i>	0	—	—	1:6400
	<i>sotto</i>	—	0	—	1:6400
	<i>tuviensis</i>	—	—	0	1:6400

Условные обозначения: (0)—отсутствие реакции агглютинации; (—)—реакция агглютинации не ставилась.

Показательно серологическое родство культур разновидностей *dendrolimus*, *sotto*, *tuviensis*. Антисыворотка, полученная к культурам *dendrolimus*, при насыщении антигенами *sotto* полностью теряет свою агглютинабельность, что свидетельствует о полной адсорбции антигенами *sotto* антигенов сыворотки *dendrolimus*.

При насыщении к культуре *sotto* антигенами *dendrolimus* происходит также полное истощение последней. Из этого можно сделать вывод об одинаковом антигенном составе культур *dendrolimus* и *sotto*.

В результате четырехкратного последовательного насыщения сывороток от культур *dendrolimus*, *sotto* антигенами *tuviensis* происходит полная адсорбция антигенов указанных сывороток. Антисыворотка к штамму *tuviensis* полностью теряет агглютинабельность при

однократном насыщении антигенами *dendrolimus, sotto*. Известно, что полное истощение антисыворотки наступает тогда, когда набор антител беднее или соответствует набору антигенов в культуре, используемой для истощения. Результаты перекрестной реакции агглютинации с применением истощенных сывороток позволяют сделать вывод об идентичности антигенного состава культур *dendrolimus, sotto, tuviensis* по формуле 4a4a.

При насыщении сывороток, полученных к культурам *dendrolimus, sotto, tuviensis*, антигенами *kenyae* сохраняется их специфичность в титре 1:3200 (*dendrolimus, sotto*) и 1:12800 (*tuviensis*) за счет антител 4a. Поскольку антигенная формула *kenyae* — 4a4c, эти данные указывают на адсорбцию антитела 4a (табл. 4).

Таблица 4. Результаты перекрестной реакции агглютинации при применении истощенных сывороток к культурам серотипа 4 В. *thurligiensis*

Сыворотка к культурам разновидностей	Насыщение сывороток антигенами	Результат
<i>dendrolimus</i>	<i>sotto</i>	4a4a — 4a4a = 0
	<i>tuviensis</i>	4a4a — 4a4a = 0
	<i>kenyae</i>	4a4a — 4a4c = 4a
<i>sotto</i>	<i>dendrolimus</i>	4a4a — 4a4a = 0
	<i>tuviensis</i>	4a4a — 4a4a = 0
	<i>kenyae</i>	4a4a — 4a4c = 4a
<i>tuviensis</i>	<i>dendrolimus</i>	4a4a — 4a4a = 0
	<i>sotto</i>	4a4a — 4a4a = 0
	<i>kenyae</i>	4a4a — 4a4c = 4a
<i>kenyae</i>	<i>dendrolimus</i>	4a4c — 4a4a = 4c
	<i>sotto</i>	4c — 4a4a = 4c
	<i>tuviensis</i>	4c — 4a4a = 4c

При насыщении антисыворотки к культуре *kenyae* антигенами *dendrolimus, sotto, tuviensis* была получена монорецепторная сыворотка 4c.

Для дальнейших работ возникла необходимость проверить равнокачественность трех полученных сывороток с антителами 4a (табл. 5).

Таблица 5. Перекрестная реакция агглютинации истощенных сывороток 4a

Сыворотки, истощенные антигеном, к культурам	Антигены разновидностей		
	<i>dendrolimus</i>	<i>sotto</i>	<i>tuviensis</i>
<i>dendrolimus</i>	1:3200	1:1600	1:12800
<i>sotto</i>	1:1600	1:3200	1:12800
<i>tuviensis</i>	1:3200	1:3200	1:12800

Из данных табл. 5 видно, что имеется некоторая специфичность истощенных сывороток. Так, сыворотка к культуре *dendrolimus* агглютинирует с антигеном *dendrolimus* в титре 1:3200, а с антигенами *sotto*—

1:1600 и, наоборот, сыворотка к *sotto* агглютинирует с антигенами *dendrolimus* в титре 1:1600, а то время как с антигенами *sotto* реакция идет в повышенном титре—1:3200. Реакция агглютинации истощенных сывороток к культурам *dendrolimus*, *sotto*, *tuviensis* с антигенами культуры *tuviensis* идет в высоком титре 1:12800. Это свидетельствует о высоком содержании антигенной фракции 4в в культуре *tuviensis*.

Полученные монорецепторные сыворотки использовались для изучения антигенного строения 120 природных штаммов четвертого серотипа (12 выделенных штаммов—представители других серотипов *B. thuringiensis*). Поскольку была выявлена разница в количественном содержании антигенов 4в, реакция агглютинации ставилась со всеми истощенными сыворотками к культурам *dendrolimus*, *sotto*, *tuviensis*. Для изучения антигенного состава природных штаммов использовалась также неистощенная сыворотка *kenyae*. Предварительно ставилась реакция с монорецепторной сывороткой 4с, и если результат был отрицательный, то природный штамм испытывался в реакции агглютинации с неистощенной сывороткой *kenyae*, тем самым определялось наличие антигенной фракции 4а. С помощью истощенных сывороток было выявлено 8 культур разновидности *kenyae* (штаммы 59, 82, 104, 105, 106, 107, 114, 119). Эти культуры с сыворотками 4в не агглютинировали, а с монорецепторной сывороткой 4с реакция агглютинации протекала в высоких титрах 1:12800, кроме штамма 82 (1:3200), который, по-видимому, беднее по содержанию антигенов.

При помощи истощенных сывороток с набором антител 4в выявлено четыре штамма, которые не агглютинировали ни с одной из трех испытываемых сывороток, тогда как с неистощенной сывороткой *kenyae* регистрировалась положительная реакция агглютинации. По-видимому, природные штаммы №№ 15, 52, 75, 98 имеют антигенную формулу 4а.

Выявлена серологическая группа штаммов, имеющая антигенную формулу 4в. Штаммы 18, 40, 61, 69 агглютинируют со всеми монорецепторными сыворотками 4в, а с истощенной сывороткой 4с и с неистощенной сывороткой *kenyae* дают отрицательную реакцию. 104 штамма агглютинировали с истощенными сыворотками 4в и неистощенной сывороткой *kenyae* 4а4с и не вступали в реакцию с монорецепторной сывороткой 4с.

Поскольку была выявлена некоторая разнокачественность истощенных сывороток с набором антител 4в, представилась возможность выявить серологические особенности в группе природных штаммов с антигенным строением 4а-4в. Шесть штаммов агглютинировали в высоких титрах (1:12800) со всеми тремя истощенными сыворотками 4в. Сравнивая полученные данные с результатами перекрестной реакции агглютинации истощенных сывороток 4в с типовым штаммом *tuviensis* (табл. 5), можно предположить, что штаммы 26, 27, 73, 92, 94, 115 представляют собой биотип *tuviensis*.

Штамм 53 агглютинировал в титре 1:1600 с истощенной сывороткой *sotto*, в то время как с истощенными сыворотками *dendrolimus* и *tuviensis*, имеющими также набор антител 4в, реакция агглютинации

протекала в титре 1:200. Хотя типовые штаммы (табл. 5) ведут себя в перекрестной реакции агглютинации с истощенными сыворотками 4а несколько иначе, подобная специфичность природного штамма 53 по отношению к истощенной сыворотке *sotto* дает основание условно отнести эту культуру к биотипу *sotto*.

Большинство изученных штаммов (97) нами отнесено к биотипу *dendrolimus*. Титр в реакции агглютинации этих культур с истощенными сыворотками *dendrolimus* и *sotto* (4в) варьировал в пределах 1:200—1:6400, а с адсорбированной сывороткой *var. tuviensis*—1:200—1:3200, тогда как типовые штаммы агглютинировали с этими сыворотками в титрах 1:1600—1:3200 (табл. 5). Истощенные сыворотки к культурам *dendrolimus* и *sotto* в реакции агглютинации с природными штаммами в основном вели себя равнозначно. Только у шести культур (10, 54, 55, 56, 62, 63) зарегистрированы более высокие титры в реакции агглютинации с сывороткой *dendrolimus* по сравнению с сывороткой *sotto*. Выявлено 3 штамма (8, 90, 111), которые неступали в реакцию агглютинации с истощенными сыворотками *dendrolimus* и *sotto* в высоких титрах 1:6400—1:12800, в то время как с адсорбированной сывороткой *tuviensis* реакция отмечалась в титре 1:800—1:1600. Проявление такой специфичности, по всей вероятности, нужно рассматривать как особенность этих природных штаммов.

Проведенные сравнительные исследования физиолого-биохимических свойств штаммов в основном подтвердили их распределение на серологические группы (табл. 6).

Таблица 6. Отличительные физиолого-биохимические свойства природных штаммов серотипа 4 *B. thuringiensis*

Серологическая группа	№№ штаммов	Отличительные физиолого-биохимические свойства
<i>kenyae</i>	59, 82, 104, 105, 106, 107, 114, 119	Уреазу образуют, салицин усваивают
<i>sotto</i>	53	Сахарозу усваивают
4а	15, 52, 75, 98	Уреазу не образуют
4б	18, 49, 61, 69	Сахарозу, салицин не усваивают
<i>tuviensis</i>	26, 27, 73, 92, 91, 115	
<i>dendrolimus</i>	97 штаммов	

Первая группа культур разновидности *kenyae* образует уреазу и ферментирует салицин, что является отличительными признаками этой разновидности. Разновидность *sotto* отличается от *dendrolimus* только по усвоению сахарозы. Идентифицированный нами штамм ферментирует сахарозу. Однако физиолого-биохимических тестов, отличающих штаммы серотипа 4 с антигенным составом 4а и 4б, а также штаммы *tuviensis* от культур *dendrolimus*, не выявлено. Все эти штаммы образовывали ацетилметилкарбинол, не усваивали салицин, сахарозу, маннозу, обладали амилолитической, протеолитической, лецитиназной активностями, не продуцировали уреазы. По данным Красильникова и Гуквасяна, разновидность *tuviensis* отличается от *dendrolimus* образо-

панием сероводорода и индола на белковых средах [5]. По данным Африкьяна, штамм *tuviensis* по своим особенностям соответствовал культуре *dendrolimus*, исключая образование  $\beta$ -гемолизина в противоположность  $\alpha$ -гемолизинам, обнаруженным у типичных культур серотипа *dendrolimus* [1]. Приведенные данные соответствуют выводу Де Баржак и Бонфуа о совпадении серологических свойств с биохимическими [18]. В данном случае родство культур *tuviensis* и *dendrolimus* очевидно, однако имеются серологические и биохимические особенности, позволяющие дифференцировать их как разные биотипы.

Изучение природных штаммов в пределах одного серотипа с помощью истощенных H-антисывороток позволяет выявить их особенности, которые, очевидно, впоследствии сказываются на специфике патогенеза, вызываемого этими бактериями. Работы Кривенчик [21] подтверждают это предположение. При исследовании 243 штаммов *B. thuringiensis* ею было установлено, что по жгутиковому антигену подвиды большей частью совпадают с группами, выделенными по серотипированию кристаллов и оценке спектра энтомоцидной активности.

В наших исследованиях штаммы испытывались только к непарному шеакопряду. Группа штаммов с антигенной формулой 4a оказалась низковирулентной ( $K_0$  был меньше единицы), культуры, идентифицированные по антигенному строению как 4b, — высоковирулентными ( $K^0$  выше единицы). Однако для достоверных выводов необходимы более детальные исследования, включающие широкий спектр насекомых.

Нашими исследованиями установлено, что из 132 штаммов, выделенных из различных природных источников в Иркутской, Читинской областях, Бурятии, а также в МНР, 97 культур являются типичными представителями *dendrolimus* по серологическим и биохимическим признакам. Приуроченность распространения типичных штаммов *dendrolimus* к зоне Сибири подтверждается работой Талалаевой, Малаквасовой, Глуховской [15], посвященной изучению дальневосточных штаммов, выделенных из различных видов насекомых в Амурской области, Хабаровском и Приморском краях.

Изучение антигенного строения природных штаммов четвертого серотипа с помощью истощенных сывороток подтвердило наличие двух групп с антигенным составом: 4a-4c и 4a-4b [11, 19, 20]. Первую группу представляет биотип *kenyae*, вторую — разновидности *dendrolimus, sotto, tuviensis*. Однако на осевании повышенного содержания антигенной фракции 4b в культурах *tuviensis* впервые показана возможность выделения его в самостоятельный биотип. С помощью истощенных H-антисывороток впервые выявлено существование природных штаммов с антигенным строением 4a и 4b. Таким образом, использование истощенных сывороток позволяет четко выявить среди набора штаммов одного серотипа группы, отличающиеся по антигенному составу жгутиков, и наметить пути их дальнейшего изучения с целью разработки эффективных методов направленного отбора штаммов с высокой энтомоцидной активностью.

Авторы статьи выражают благодарность Л. А. Чил-Акопян и Н. П. Лебедевой за помощь и содействие в работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Африкян Э. К. Энтомопатогенные бактерии и их значение. Ереван, 1973.
2. Африкян Э. К. Успехи микробиологии, 10, 1975.
3. Африкян Э. К., Чил-Акопян Л. А. Биолог. ж. Армении, 33, 4, 355, 1980.
4. Зурабова Э. Р., Рыжкова А. С., Дубинина Т. П. Биолог. ж. Армении, 33, 4, 374, 1980.
5. Красильников Н. А., Гикасян А. Б. Микробиология, 33, 4, 664, 1964.
6. Кулагин В. С., Лебедева Н. П., Гиль Т. А., Чумак В. А. В кн.: Биология микроорганизмов и их использование в народном хозяйстве 70, 75, Иркутск, 1980.
7. Кулагин В. С. В кн.: Природные условия и ресурсы некоторых районов МНР, Братислава, 218, 1984.
8. Лабинская А. С. Микробиология с техникой микробиологических исследований. М., 1978.
9. Малокасова Т. С., Черышева Л. П. В кн.: Роль дендрофильных насекомых в ташежных экосистемах. 84, Красноярск, 1980.
10. Ромашева Л. Ф., Балкиня А. В., Видомский Э. В., Шербак В. П. и др. Микробиологические методы борьбы с эктопаразитами птиц. Фрунзе, 1976.
11. Покровская Л. А. Автореф. канд. дисс., Иркутск, 1976.
12. Талалаева Г. Б., Покровская Л. А. В кн.: Микроорганизмы в защите растений от вредных насекомых, 51, Иркутск, 1978.
13. Талалаева Г. Б., Покровская Л. А. В кн.: Биология микроорганизмов и их использование в народном хозяйстве, 110, Иркутск, 1979.
14. Талалаева Г. Б. В кн.: Роль дендрофильных насекомых в ташежных экосистемах, 134, Красноярск, 1980.
15. Талалаева Г. Б., Малокасова Т. С., Глуховская Е. В. В кн.: Энтомопатогенные микроорганизмы и их применение в сельском хозяйстве 57, Иркутск, 1982.
16. Чиликгарян К. О. Биолог. ж. Армении, 33, 4, 398, 1980.
17. Varjac H. de, Bonnesel A. Entomographa, 7, 1, 5, 1962.
18. Varjac H. de, Bonnesel A. Invert. Pathol., 11, 3, 335, 1968.
19. Varjac H. de, Bonnesel A. Entomographa, 18, 1, 5, 1974.
20. Ohba M., Aizawa K. J. Invert. Pathol., 32, 303, 1978.
21. Krywienszyk I., Balmage H. T., Hall I. M. et al. J. Invert. Pathol., 47, 1, 62, 1981.
22. Gurrini K. Anz. Schadlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltsch., 59, 169, 1977.

НИИ биологии Иркутского государственного университета  
и А. А. Жданова, Институт микробиологии АН  
Армянской ССР

Поступило 3.III 1986 г.

УДК 575.24

### ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА МУТАГЕНЕЗ И УФ-ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ

М. А. ТОПУЗЯН, Э. Г. МУТНЕЦИН, И. П. БЕГЛАРИН

Показано снижение уровня спонтанных и индуцированных  $his^{-}$ - $his^{+}$  реверсий у шести штаммов тест-системы Эймса под влиянием фитогормона ГК, а также УФ-чувствительности трех штаммов *Escherichia coli*, несущих мутации по ферментам репарации (*E. coli*, АВ1885, ДМ49, Р3478, дефектные по  $uvrB$ ,  $lexA3$ ,  $polA1$ ). Данная система рекомендуется для выявления антимутагенного эффекта химических соединений.