

УДК 632.9:595.768

ДЕЙСТВИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ЛЕПИДОЦИДА И БИТОКСИБАЦИЛЛИНА НА ЯБЛОННОГО ЦВЕТОЕДА

Н. Н. ТРЕТЬЯКОВ

(Кафедра энтомологии)

Приводятся результаты лабораторных испытаний бактериальных препаратов лепидоцида и битоксиациллина против яблонного цветоеда. Установлено, что действие обоих препаратов проявляется лишь через значительное время после их поедания с кормом. Наиболее эффективна обработка сразу после выхода жуков из бутонов, однако при задержке с опрыскиванием на 10—12 сут действие обработки снижается несущественно. В более низкой концентрации лепидоцид значительно эффективнее, чем битоксиациллин. Применение лепидоцида может приводить к существенному сокращению численности популяции цветоеда в течение лета и в период зимовки при тщательном покрытии листьев рабочим раствором.

Опыт массового применения пестицидов выявил не только преимущества химического метода борьбы с вредителями, но и его очевидные недостатки [5, 11]. В связи с этим в настоящее время создаются интегрированные системы защиты растений, основанные на сочетании всех методов борьбы, видное место среди которых занимает биологический [5, 14], в частности использование энтомопатогенных микроорганизмов [15]. Ассортимент выпускающихся в настоящее время микробиологических препаратов сравнительно широкий, но объем их применения еще незначителен [7]. Это в большой степени связано с несовершенством форм препаратов и, как правило, с весьма узким спектром полезного действия [1]. Так, большинство бактериальных препаратов (энтобактерин, дендробациллин, бактоспеин, лепидоцид и др.) рекомендовано для уничтожения гусениц различных чешуекрылых [9, 10, 12], в то время как на жуках и их личинках они обычно значительно менее эффективны [13]. Вместе с тем есть сведения об определенном токсическом действии этих препаратов и на некоторых жесткокрылых [8]. Таким образом, вопрос о возможности широкого использования бактериальных средств против вредителей — представителей отряда Coleoptera — пока остается открытым.

В данной статье приводятся результаты испытания микробных препаратов лепидоцида и битоксиациллина против яблонного цветоеда *Anthonomus pomorum* L.

Методика

Работу вели с 1982 по 1985 г. В 1982 г. была проведена сравнительная оценка токсичности для яблонного цветоеда бактериальных препаратов битоксиациллина и лепидоцида.

Битоксиациллин (БТБ-202) создан во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии на основе споровой кристаллообразующей бактерии *Bacillus thuringiensis* var. *alesti* 1-го серотипа. Штаммы бактерий этого серотипа отличаются тем, что они продуцируют как кристаллический эндотоксин, так и термостабильный экзотоксин, благодаря наличию которого БТБ-202 имеет более широкий, чем другие отечественные бактериальные препараты, спектр полезного дей-

ствия [6]. Он эффективен, в частности, в борьбе с колорадским жуком. Лепидоцид создан во ВНИИ биохиммашпроект на основе *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* 3-го серотипа. Этот препарат в феврале 1981 г. был принят на госиспытания в виде концентрата с титром 100 млрд. спор на 1 г [9]. В 1981—1984 гг. препарат проходил проверку в борьбе с вредителями сельского и лесного хозяйства, в том числе против ряда вредителей яблони, и показал высокую эффективность [3, 4, 9, 10].

В 1982 г. в лабораторных условиях на кафедре энтомологии Тимирязевской академии испытывали препараты в концентрациях 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 и 0,9 %. В рабочий рас-

вор добавляли прилипатель, что обеспечивало очень хорошую смачиваемость листьев. повторность 4-кратная (по 5 жуков в каждой). В опыте использовались молодые жуки, недавно вышедшие из бутонов и еще не питавшиеся. (Применение бактериальных препаратов группы *Bacillus thuringiensis* против перезимовавших жуков невозможно из-за слишком низких температур в период их дополнительного питания).

Насекомые содержались в энтомологических пробирках, покрытых мелкой капроновой сеткой. В пробирки помещали веточки яблони с необходимым для питания жуков количеством листьев. Веточки были закреплены в пузырьках с водой при помощи мягкой резиновой пробки с отверстием. Диаметр пробирки подбирался с таким расчетом чтобы пузырек плотно входил в нее и между их стенками не было промежутков, в которые могли бы заползти насекомые, первые 6 сут жуки кормились на опрыснутых бактериальными препаратами побегох (в контроле побеги обрабатывали водой), в дальнейшем их питание продолжалось на необработанных веточках. Обработку проводили ручным опрыскивателем; при этом добивались равномерного смачивания листьев, не допуская слияния капель и стекания

раствора. Смертность учитывали через каждые 3 сут. Биологическую (техническую) эффективность определяли по формуле Аббота [2].

В 1984 г. провели опыт с одним лепидоцидом. Варианты опыта следующие: 1 — концентрация рабочего раствора 0,4 %, опрыскивание через 3—5 сут после выхода жуков из бутонов; 2 — концентрация рабочего раствора 0,2 %, опрыскивание сразу после выхода жуков из бутонов; 3 — то же+прилипатель; 4 — концентрация 0,2 %, опрыскивание через 3—5 сут после выхода жуков из бутонов; 5 — то же, но через 10—12 сут после выхода жуков из бутонов; 6 — концентрация 0,1, опрыскивание через 3—5 сут после выхода жуков из бутонов; 7 — опрыскивание водой (контроль). Повторность 7-кратная (по 5 жуков в каждой). При каждом учете оставшихся живых жуков взвешивали на аналитических весах. В остальном методика была прежней.

После завершения опыта в 1984 г. жуки контрольной и опытных групп были помещены на зимовку в изоляторы под яблони на участке Лаборатории защиты растений ТСХА. Весной 1985 г. провели учет смертности жуков в зимний период.

Результаты

Исследования, проведенные в 1982 г., показали, что за период рекомендованный для испытаний микробиологических средств, лепидоцид и битоксибациллин заметного влияния на смертность жуков не оказывают. Действие обоих препаратов на яблонного цветоеда проявляется лишь через значительное время после их поедания с кормом (табл. 1).

В вариантах с битоксибациллином гибель жуков началась раньше, чем в соответствующих вариантах с лепидоцидом, что объясняется, видимо, действием термостабильного экзотоксина. Отмечено, что смерт-

Т а б л и ц а 1

Гибель имаго *Anthonomus pomorum* (%) в результате питания листьями, обработанными лепидоцидом и битоксибациллином. 1982 г.

Концентрация	На 6-е сут	На 12-е сут	На 18-е сут	На 24-е сут	На 30-е сут	На 45-е сут	Биологическая эффективность (на 45-е сут), %
Лепидоцид							
0,1	8,0	8,0		19,2	28,6	33,7	76,3*
0,3	2,9	2,9	11,3	23,0	45,0	98,7**	98,1
0,5	8,0	19,6	34,2*	37,2*	94,7**	100,0**	100,0
0,7	1,3	8,0	29,5*	38,7*	85,4**	98,7**	98,1
0,9	1,3	23,7	39,6*	54,5*	89,1**	100,0**	100,0
Битоксибациллин							
0,1	1,3	4,8	11,0	14,6	28,6	49,0	26,0
0,3	1,3	39,1*	71,4**	85,4**	98,7**	100,0**	100,0
0,5	1,3	24,6*	50,0**	80,5**	92,0**	94,7**	92,3
0,7	1,3	23,7*	85,4**	94,7**	98,7**	100,0**	100,0
0,9	0,0	23,7*	66,8**	95,2**	95,2**	100,0**	100,0
Контроль							
—	0,0	0,0		0,0	1,4	16,9	31,1

П р и м е ч а н и е. Звездочками отмечены существенные различия с контролем (одно — с вероятностью 95 %, две — 99 %).

ность цветоеда возрастает в период ослабления и прекращения питания, когда жуки начинают скапливаться в защищенных от света местах (между листьями, под отставшими почечными чешуйками, в трещинах коры), т. е. переходят в состояние летнего покоя. Это связано, вероятно, с изменением в это время в кишечнике насекомых ферментативной активности, рН, что способствует проявлению действия *Bacillus thuringiensis*. Интересно то, что в течение 30 сут после обработки битоксибациллин значительно превосходил по эффективности лепидоцид, а на 45-е сут между действующими этими препаратами существенных различий не было. Оба препарата в концентрациях 0,3—0,9 % вызывали почти 100 % гибель жуков. Эффективность лепидоцида в концентрации 0,1 % была существенно ниже, битоксибациллин в этом случае практически не действовал на вредителя. Спустя 45 сут биологическая эффективность обоих препаратов практически не возростала.

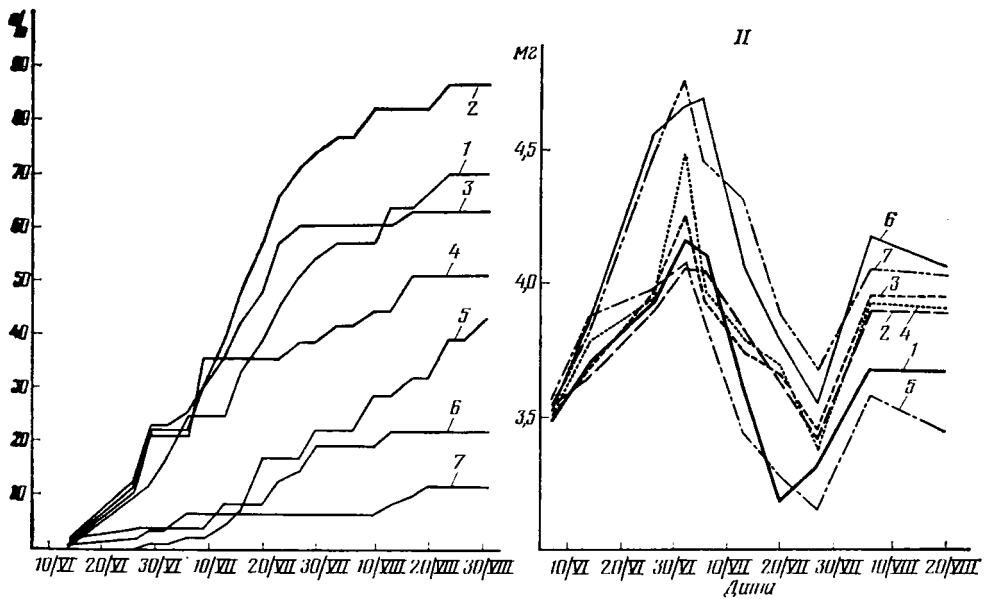
Таким образом, лепидоцид и битоксибациллин могут существенно уменьшать количество молодых жуков *Anthonomus pomorum*, уходящих на зимовку. Поскольку скорость действия препаратов не имеет особого значения (так как в летний период яблонный цветоед существенного вреда не наносит), более перспективным является лепидоцид, действие которого проявляется при более низкой концентрации.

Полученные данные позволяют заострить внимание также на принципах оценки эффективности микробиологических средств. До настоящего времени микробные препараты применяются, как и химические инсектициды, в качестве средств первичного, разового действия на вредителей без учета отдаленного воздействия на их популяции. Однако, как отмечает Н. В. Кандыбин [7], до тех пор пока микробиологические средства будут использоваться как инсектициды, по экономическим показателям микробиометоду будет трудно конкурировать с химическим. Микробиометод должен использоваться главным образом для подавления размножения вредных видов и в меньшей степени — для прямого разового их истребления. Здесь надо учитывать то обстоятельство, что у насекомых наряду с острой инфекцией существует и хроническая с определенным последствием, которое при расчете эффективности микробных препаратов во внимание обычно не принимается. Результаты испытаний лепидоцида и битоксибациллина против яблонного цветоеда наглядно это подтверждают.

При использовании микробиологических средств для борьбы с яблонным цветоедом необходимо, кроме того, учитывать еще ряд обстоятельств. Совершенно очевидно то, что в производственных условиях невозможно добиться такого же качества покрытия листьев рабочим раствором, как в лаборатории, да еще при использовании прилипателя. А ведь имаго цветоеда повреждают незначительную площадь листьев. Невозможно также обработать всю площадь сада в период, когда все жуки только что вышли из бутонов и еще не питались, хотя бы потому, что это происходит неодновременно.

В связи с этим в 1984 г. был проведен дополнительный опыт. Испытывался только лепидоцид как препарат, оказавшийся более эффективным по результатам опытов 1982 г. Изучалось влияние на эффективность опрыскивания сроков обработки бактериальным препаратом, а также качества покрытия листьев рабочим раствором, что регулировалось наличием или отсутствием в нем прилипателя.

В 1984 г. действие препаратов проявлялось также не сразу (рисунк). В течение 7 сут после обработки гибель жуков практически не наблюдалась во всех вариантах. В дальнейшем ее динамика существенно различалась по вариантам. На графике хорошо видно, что ухудшение равномерности покрытия листьев рабочим раствором значительно ослабляет действие препарата. Биологическая эффективность обработки снижается по мере увеличения периода от выхода жуков из бутонов до проведения опрыскивания. Как и в опытах 1982 г., смертность жуков при использовании лепидоцида в 0,1 % концентрации оставалась на уровне контроля ($P = 0,95$).



Смертность имаго яблонного цветоеда, питавшихся листьями, обработанными лепидоцидом (I), и их масса (II) (опрыскивание 7./VI, в варианте 5—14./VI).
1—7 — варианты опыта.

Взвешивание насекомых подтвердило вывод о практически полном отсутствии токсического действия лепидоцида на яблонного цветоеда при использовании его в 0,1 % концентрации (рисунок), тогда как в остальных вариантах масса тела жуков существенно различалась. Наиболее низкой массой тела отличались жуки, питавшиеся листьями, обработанными 0,4 % суспензией лепидоцида, что вполне естественно (чем больше препарата насекомое получило с кормом, тем быстрее и сильнее протекал инфекционный процесс). Однако такую же низкую массу тела имели и жуки, питающиеся листьями, опрысканными 0,2 % суспензией препарата через 10—12 дней после их отрождения. Это объясняется, на наш взгляд, следующим. Бактерии *Bacillus thuringiensis*, попадая в кишечник насекомого, ослабляют интенсивность питания, нарушают функцию пищеварительной системы и других физиологических процессов, но не приводят к быстрой гибели насекомого. Однако ослабление организма не может пройти бесследно: во второй половине лета усиливается гибель жуков цветоеда именно в варианте, в котором лепидоцид был применен позднее (рисунок). Если же лепидоцид в достаточной дозе поступил в организм насекомого раньше, то инфекционный процесс чаще заканчивается летальным исходом через относительно короткий промежуток времени. В живых остаются главным образом лишь особи или более устойчивые, или в организм которых по каким-либо причинам попало меньше препарата. У таких насекомых масса тела близка к контрольной.

В результате к концу лета между вариантами, различающимися лишь сроками применения биопрепарата, не отмечено существенных различий, тогда как еще 6 августа эти различия были достоверны на уровне значимости 95 %.

В период зимовки произошло дальнейшее сглаживание различий между этими вариантами (табл. 2). Таким образом, разрыв 10—12 сут в сроках применения лепидоцида против молодых жуков яблонного цветоеда не приводит к существенному изменению эффективности обработки. Этот показатель значительно снижается при ухудшении равномерности покрытия листьев рабочим раствором. Из табл. 2 видно, что даже в лабораторных условиях достаточно высокая эффективность препарата достигается лишь в случае использования прилипателя, т. е. при очень тщательном смачивании листьев суспензией препарата.

Эффективность лепидоцида в борьбе с яблонным цветоедом. 1984—1985 гг.

Концентрация, %	Срок применения после выхода жуков из бутонов	Общая смертность жуков, %		Биологическая эффективность, %	
		до зимовки	после зимовки	до зимовки	после зимовки
0,4	Через 3—5 сут	73,0 ^Г	89,6 ^В	69,4	85,0
0,2*	Сразу	87,4 ^{ВГ}	93,1 ^В	85,7	90,1
0,2	Сразу	63,3 ^{ВГ}	71,9 ^В	58,4	59,5
0,2	Через 3—5 сут	51,4 ^{ВГ}	66,3 ^В	44,9	51,4
0,2	Через 10—12 сут	43,2 ^{ВВ}	62,6 ^В	35,6	46,1
0,1	Через 3—5 сут	21,9 ^{АВ}	42,3 ^В	11,5	16,9
Контроль	—	11,8 ^А	30,6 ^А	—	—

П р и м е ч а н и я . 1. Одинаковыми буквами обозначены варианты, между которыми нет достоверных различий ($P=0,95$). 2. * — с прилипателем.

Однако этот препарат может применяться против некоторых других вредителей, развивающихся в кроне дерева в период отрождения яблонного цветоеда, в частности против яблонной моли, в борьбе с которой он показывает очень высокую эффективность [4]. В этом случае действие лепидоцида на популяцию *Anthonomus pomorum*, безусловно, должно учитываться при планировании мер ограничения его численности. И хотя использование этого препарата против моли не может заменить специальных мероприятий по борьбе с цветоедом, оно все же будет оказывать определенное влияние на его вредоносность, существенно сокращая численность популяции вредителя в течение лета и в период зимовки. При этом применении специальных мер в ряде случаев может не потребоваться.

В будущем, по мере широкого внедрения в практику защиты растений малообъемных и ультрамалообъемных методов опрыскивания, обеспечивающих высокое качество обработки, вероятно, появятся основания рекомендовать применение микробиологических препаратов, подобных лепидоциду, в качестве основных мероприятий по борьбе с этим вредителем.

Выводы

1. Применение лепидоцида в концентрации 0,2 % и выше после отрождения молодых жуков яблонного цветоеда может приводить к существенному сокращению численности популяции вредителя в течение лета и в период зимовки. Битоксибациллин действует в более высокой концентрации. При этом влияние обоих бактериальных препаратов проявляется лишь через значительный промежуток времени после их поедания с кормом.

2. Наибольшая эффективность препаратов достигается при обработке сразу после выхода жуков из бутонов, задержка с опрыскиванием на 10—12 сут снижает ее несущественно.

3. Действие препарата в значительной мере зависит от равномерности покрытия листьев рабочим раствором. Биологическая эффективность обработки 0,2 % суспензией лепидоцида при добавлении в рабочий раствор прилипателя составляет 90,1 %, тогда как без него — лишь 59,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барджес Г. Д., Хасси Н. У. Достигнутые успехи и планы на будущее. — В кн.: Микроорганизмы в борьбе с вредными насекомыми и клещами. М.: Колос, 1976, с. 545—564. — 2. Га р К. А. Методы испытания токсичности и эффективности инсектицидов. — М.: Сельхозгиз, 1963. — 3. З а х в а т к и н Ю. А., З у б а р о в а Э. Р,

Соломатин В. М. и др. Оценка эффективности нового бактериального препарата лепидоцида-концентрата, используемого против некоторых вредителей сельскохозяйственных культур. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 2, с. 123—125. — 4. Захваткин Ю. А., Третьяков Н. Н. Эффективность лепидоцида в борьбе с яблонной молью (*Yponomeuta malinellus* Zell.). — В кн.: Интегр. защита растений. М.: ТСХА, 1985, с. 17—20. — 5. Интегрированная защита растений / Под ред. Ю. Н. Фадеева, К. В. Новожилова; сост. В. Э. Савз-Дарг. — М.: Колос, 1981. — 6. Кандыбин Н. В., Гребельский С. Г., Лескова А. Я. и др. Новый энтомоцидный препарат «битоксибациллин». — В кн.: Бактериальные средства и методы в борьбе с насекомыми и грызунами. Л.: ВНИИ с.-х. микробиологии, 1972, с. 63—79. — 7. Кандыбин Н. В. Микробы — защитники урожая. — Защита растений, 1979, № 5, с. 16—18. — 8. Попов С. Я. Испытание бактериальных препаратов против малиноземляничного цветоеда *Rhthonomus rubi* Hbst. — В кн.: Биол. метод в интегр. защите с.-х.

культур от вредителей, болезней и сорняков / Тез. докл. Всесоюз. школы молодых ученых и специалистов. 29 сентября — 6 октября 1985 г. Кишинев, 1985, с. 60—61. — 9. Строева И. А., Хрянина Р. А. Итоги испытаний биопрепаратов. — Защита растений, 1983, № 9, с. 30—32. — 10. Строева И. А., Хрянина Р. А. Итоги испытаний биопрепаратов. — Защита растений, 1984, № 6, с. 18—20. — 11. Фадеев Ю. Н. Интегрированная борьба и управление популяциями вредных организмов. — Защита растений, 1979, № 1, с. 18—19. — 12. Хрянина Р. А. Итоги испытаний биопрепаратов. — Защита растений, 1981, № 12, с. 36—37. — 13. Яловицин М. М. Энтомопатогенные микроорганизмы и применение их в борьбе с вредителями. Саранск: Мордовское кн. изд-во, 1977, 1956. — 14. Billiotti M. Augmentation of natural enemies in Western Europe, *Biological Control by Augmentation of Natural Enemies*. New York, 1977. — 15. Hurpin B. — *Z. Angew. Entomol.*, 1975, vol. 77, p. 4.

Статья поступила 7 июня 1986 г.

SUMMARY

The results of testing (1982—1985) bacterial insecticides, lepidocide and bitoxybacillin, against Apple blossom weevil are discussed.

It is established that the effect of both preparations can be observed only after considerable time since the moment when they were eaten with food. The efficiency was the highest when treatment was performed just after beetles had emerged from the buds, however, if the treatment is performed 10—12 days later, it does not essentially reduce the effect. Lepidocide is efficient in lower concentration (0.2 %) than bitoxybacillin (0.3 %). Application of lepidocide may essentially reduce populations of Apple blossom weevil in summer and during overwintering.