

675
С-216

АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

СЪЕДИНЕННЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ ИНСТИТУТОВ ЗООЛОГИИ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ

На правах рукописи

Саубенова Ольга Габбасовна

ДЕЙСТВИЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА КРОВОСОСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
УСЛОВИЙ СРЕДЫ

(ОЗ. 00. 19 - паразитология)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Алма-Ата - 1973

675
С-216

АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

Объединенный ученый совет институтов зоологии
и экспериментальной биологии

На правах рукописи

Саубенова Ольга Габбасовна

ДЕЙСТВИЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА КРОВООСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
УСЛОВИЙ СРЕДЫ

(ОЗ. 00. 19 - паразитология)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Алма-Ата - 1973

АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

ОБЪЕДИНЕННЫЙ УЧЕНЫЙ СОВЕТ ИНСТИТУТОВ ЗООЛОГИИ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ

На правах рукописи

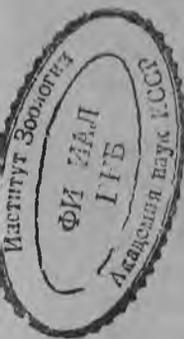
Саубенова Ольга Габбасовна

ДЕЙСТВИЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ
НА КРОВОСОСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
УСЛОВИЙ СРЕДЫ

(03. 00. 19 - паразитология)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата
биологических наук



Алма-Ата - 1973

595.771

с 216

Работа выполнена в Институте зоологии Академии наук Казахской ССР

Научный руководитель — доктор биологических наук, профессор А.М.Дубицкий

Официальные оппоненты:

1. Доктор биологических наук, профессор С.К.Сванбаев
2. Кандидат биологических наук Е.Н.Фадеев

Защита диссертации состоится на заседании Объединенного Ученого Совета Институты зоологии и экспериментальной биологии Академии Наук Казахской ССР *15 марта* 1974 года

Автореферат разослан *28 января* 1974 года

Отзывы и замечания просим направлять по адресу: 480072 г. Алма-Ата, 72, проспект Абая 38, Институт экспериментальной биологии АН КазССР, Ученому секретарю Совета.

Ученый секретарь Совета,
доктор биологических наук,
профессор

А. М. МУРЗАМАДИЕВ

ВВЕДЕНИЕ

Кровососущие насекомые (гнуc) широко распространены по всей территории Казахстана. Разнообразие природно-климатических условий республики благоприятствуют развитию здесь всех представителей этого комплекса: комаров, мокрецов, мошек, олепней. Экологическая приуроченность компонентов гнуса к обводненным пространствам совпадает с жизнедеятельностью большого количества населения на этих площадях.

Труд людей, работающих под открытым небом, становится непроизводительным, а зачастую невозможным из-за навойливого нападения кровососов. Не меньший вред эти насекомые причиняют сельскохозяйственным животным. Нередко животноводство в условиях массового распространения гнуса становится малорентабельным. Кроме того, обилие кровососущих двукрылых создает угрозу распространения различных паразитарных, бактериальных и вирусных заболеваний.

В результате широкого использования химических средств борьбы с кровососущими насекомыми наряду с положительными факторами выяснилась и отрицательная сторона этого метода. Длительное, зачастую неумелое применение инсектицидов приводит к нарушению равновесия в биоценозах, появляются новые вредители как результат уничтожения химическими средствами полезных насекомых. Возникает раса насекомых, устойчивых к инсектицидам, происходит загрязнение остатками ядохимикатов почвы, воды, воздуха и сельскохозяйственных продуктов.

Опасные последствия массового применения инсектицидов приводят к необходимости разработки биологических методов борьбы. В этом плане заслуживают внимания энтопатогенные микроорганизмы, и в частности выпускаемые отечественной промышленностью на их основе микробные препараты: энтобактерин, дендробациллин, инсектин и боверин. Все они со значительным успехом применяются в борьбе с сельскохозяйственными вредителями. В то же время вопрос о возможности применения микробных препаратов для снижения численности кровососущих двукрылых почти не изучен. В отечественной и зарубежной литературе имеются лишь отдельные, крайне противоречивые сведения, касающие-

ся использования энтомопатогенных микроорганизмов против преимагинальных фаз развития кровососущих комаров. Так например одними авторами (Liles, Dill, 1959; Лаврентьев, Сальников, Анисин, 1965; Вакомырдин, 1966; Clark, Kellen, Fukuda, Lindgren, 1967; Лаврентьев, Сальников, 1967; Сальников, 1971) отмечалась полная гибель личинок кровососущих комаров в результате применения энтомопатогенных микроорганизмов. Сообщения других исследователей указывают на никакие ларицидные свойства этих организмов (Kellen and Lavallen, 1960; Брикман, Тонконоженко, 1967; Дылько, 1967; Жаров, 1969).

Выявлением причины получения таких различных результатов, насколько нам известно, никто не занимался. Судя по литературным источникам (Лаврентьев, Сальников, 1967), можно лишь говорить о том, что эффективность микробных препаратов, основанных на микроорганизмах группы *Bacillus thuringiensis* для кровососущих комаров зависит от дозировки препарата и от температуры воды, в которой осуществлялось их действие.

Учитывая актуальность проблемы разработки биологических методов борьбы с гнусом, представляло интерес уточнить возможность использования энтомопатогенных микроорганизмов против кровососущих двукрылых, а в связи с этим выяснить влияние биотических и абиотических факторов на эффективность микробных препаратов. В этом плане программа настоящих исследований включала: изучение патогенности микробных препаратов для различных представителей компонентов гнуса, выбор оптимальных дозировок, уточнение зависимости действия от биотических и абиотических факторов, проверку энтомопатогенного действия препаратов на полевою гидробиоценозу и испытание совместного действия микробных препаратов и сублетальных дозировок инсектицидов. Заключительным этапом должно было одужить проведение полупроизводственных испытаний патогенности микробных препаратов на кровососущих двукрылых в различных ландшафтно-климатических зонах юго-восточного Казахстана.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторные и полевые исследования проводились в пустынной и горной ландшафтно-климатических зонах юго-восточного Казахстана.

на. Период экспериментов охватывал 1970-1972 годы с апреля до середины сентября. Всего было проведено 954 лабораторных опыта, из них с энтобактерином - 553, с дендробациллином - 75, с экзотоксином - 79, с инсектином - 67, с боверином - 124. Полупроизводственные эксперименты включают 149 опытов, из которых 41 проведен с энтобактерином, 21 - с боверином, 7 - с дендробациллином, 6 - с инсектином, 2 - с экзотоксином. В процессе изучения совместного действия микробных препаратов и сублетальных доз инсектицидов было проведено 56 лабораторных опытов и 52 полупроизводственных испытания.

Всего в лабораторных исследованиях использовано 83 910 личинок кровососущих комаров различных видов, 10 960 личинок мокрецов *Culicoides* sp., 200 личинок слепней *Tabanus* sp. и 500 личинок мошек *Odagmia* sp. На 2344 особях различных представителей гидрофауны (личинки стрекоз *Odonata*, личинки кровососущих комаров сем. *Tendipedidae*, водные клопы *Notonecta glauca*, амурский чебачок *Pseudorasbora parva*) проверялась возможность отрицательного воздействия исследуемых препаратов на полезных сочленов биоценозов.

Сбор личинок кровососущих двукрылых осуществлялся в природных условиях с использованием общепринятых методов (Мончадский, 1951; Дубицкий, 1970). Для опытов использовались сосуды емкостью 500мл. Вода бралась из тех же водоемов, где обитали исследуемые личинки. Чтобы получить сравнимые данные, учет количества погибших личинок проводился на четвертые и седьмые сутки, согласно рекомендациям П.А. Лаврентьева и В.Г. Сальникова (1970). Для выяснения зависимости действия микробных препаратов на личинок кровососущих двукрылых от дозы и с целью выбора оптимальной дозировки взвешное начало вносилось двумя способами: в виде распыленного по водной поверхности порошка (4,0; 2,5; 1,5; 0,25; 0,1г/м²) и в виде суспензии, в дозах, рассчитанных на объем воды - 1,0%, 0,1%, 0,01% и 0,001%. Каждый опыт сопровождался контрольным вариантом.

Научно-экспериментальную часть обеспечивал следующий методический комплекс:

I. Для определения зависимости энтмопатогенного действия

микробных препаратов от видового состава объектов исследований использовались личинки комаров *Aedes caspius*, *Ae. flavescens*, *Ae. aegypti* (лаб. штамм), *Culex modestus*, *Cx. pipiens*, *Culiseta alaskensis*, *Anopheles hutereaui*, личинки слепней *Tabanus* sp. и личинки мокрецов *Culicoides* sp.

2. Изучение зависимости действия энтобактерина от возрастного состава популяции осуществлялось на личинках комаров *Ae. caspius* и *Cx. modestus*. В экспериментах использовалось по сто личинок комаров I, II, III и IV стадий.

3. Изучение зависимости энтопатогенного действия препаратов от температурного режима проводилось в политермостате и в следующих, приближенных к природным условиям вариантах: на открытом, хорошо прогреваемом месте (температура воды в сосудах в течение дня колебалась в пределах от 15 до 35°C); в тени (пределы колебания температуры от 12 до 26°C) и в сосудах, погруженных в прибрежный слой дна при температуре воды от 8 до 22°C.

4. Изучение эффективности энтобактерина в зависимости от кислотно-щелочного состава среды осуществлялось в воде, взятой из водоемов с одинаковой степенью засоленности (66,70 мг-экв/л), но с разными значениями pH (7,0; 8,0; 9,0).

5. Для изучения зависимости действия энтобактерина от концентрации солей в воде использовалась вода, взятая из равных водоемов со следующими характеристиками: 14,44 мг-экв/л; 135,55 мг-экв/л; 215,19 мг-экв/л, но одинаковыми значениями pH, равным 8,0.

6. Определение детоксирующей роли придонного слоя почвы выяснялось в параллельных экспериментах, предусматривающих внесение водного субстрата и без него.

7. Для сравнения патогенности препаратов, полученных из различных организаций и отличающихся по титрам, сроку изготовления и т.п. в стереотипных условиях испытывалось токсическое действие одинаковых дозирок на личинок одной стадии комаров *Ae. caspius*.

Полупроизводственные испытания действия микробных препаратов на личинок комаров проводились в небольших естественных водоемах и специально вырытых в местах высокой стоянки грунтовых вод ямах-коняках площадью 1 м². Плотность заселяющих водоем личинок комаров учитывали на I вертикальный захват контрольного сачка.

ка диаметром 20 см. Эксперименты с личинками мокрецов проводились на изолированных от основной части прибрежных участках водоемов размером 1 м^2 , со окошенной в сторону воды почвой, где личинки избирали подходящий для их обитания ярус станции. Контролем служили близлежащие водоемы, аналогичные по своим условиям экспериментальным участкам. Плотность личинок мокрецов определялась путем взятия проб придонного субстрата ковшом размером 13×18 см. Учет количества личинок проводился до обработки водоема препаратами и на седьмые сутки после обработки.

Микробные препараты, изготовленные на основе кристаллообразующих бактерий группы *Bacillus thuringiensis*.

Энтобактерин — бактериальный препарат, получаемый на основе жизнеспособных спор и токсичных кристаллов, образуемых культурой *Bac. thuringiensis var. galleriae*. Выпускается промышленностью в сухой и жидкой формах.

При проверке чувствительности кровососущих комаров к энтобактерину выраженного губительного действия препарата на имаго не наблюдалось, что, вероятно, связано с недостаточностью путей проникновения его в организм сосущих насекомых. Поэтому все последующие эксперименты проводились с использованием предимагинальных стадий развития комаров.

Исследованиями, осуществляемыми в различных ландшафтно-климатических зонах было установлено, что действие энтобактерина зависит от влияния целого ряда факторов — биотических, абиотических, а также связано с величиной вносимой дозы и активностью препарата.

Эффективность энтобактерина для личинок комаров рода *Aedes* *Culex* и мокрецов рода *Gulicoides* в значительной мере зависела от величины используемой дозировки. Эта закономерность наблюдалась при расчете концентрации на объем воды: 0,01%, 0,1%, 1,0% суспензии и при внесении энтобактерина из расчета на площадь водной поверхности (0,1; 0,25; 1,5; 2,5; 4,0; 10,0г/м²). В обоих случаях из кровососущих комаров наиболее восприимчивыми оказались личинки рода *Aedes*. Их смертность, на примере *Ae. caspius* от 1,0% концентрации энтобактерина составляла 91,0%. Этот показатель, в также все последующие приводятся с учетом числа погиб-

ших особей в контрольном варианте. Примерно такое же количество личинок — 86% погибало при использовании $4\text{г}/\text{м}^2$. Учитывая, что в случае применения препарата на объем воды расход энтобактерина намного больше, чем при расчете на площадь водной поверхности, в качестве максимальной была выбрана доза $4\text{г}/\text{м}^2$, как показатель уровня, выше которого летальность действия не увеличивалась или увеличивалась незначительно. Кроме того, по данным ВИЗР эта дозировка является высшей экономически оправданной нормой расхода препарата. По мере снижения дозировки энтобактерина уменьшалось число погибших личинок. Минимальная из применяемых — доза $0,1\text{г}/\text{м}^2$ вызывала гибель лишь 3% личинок комаров этого рода. Аналогичная зависимость действия энтобактерина наблюдалась для личинок комаров рода *Culex*, но в более низких пределах — от 1,0 до 55,2%. Личинки мокрецов *Gnatsia* полностью погибали лишь от самой максимальной из применяемых дозировок — 1,0% суспензии. По мере ее снижения процент погибших личинок уменьшался. Так от 0,1% концентрации погибало 59,6% личинок, а от 0,01% — 42%. Действие дозировок, вносимых из расчета на площадь водной поверхности для этих насекомых было менее выраженным — от $4\text{г}/\text{м}^2$ погибало всего 40% личинок. Этот показатель соответственно снижался по мере уменьшения количества вносимого препарата.

Действие энтобактерина варьировало в зависимости от характеристики испытанных партий препарата, и в частности от титра спор и кристаллов в одном грамме. Так наиболее эффективным из всех испытанных средств оказался энтобактерин с титром 80 млрд спор/г. Его действие вызывало гибель 90,3% личинок рода *Aedes*, тогда как препарат с титром 30 млрд спор/г оказался летальным лишь для 63% испытываемых особей. Помимо этого выяснилось, что действие различных препаратов, характеристики которых были одинаковы (выпуск 1969 года, титр — 30 млрд спор/г), заметно отличалось. Два из них вызвали гибель до 60% личинок, а третий не действовал вообще. Это вероятно связано с различной вирулентностью штаммов бактерий *Bac. thuringiensis* на основе которых изготовлены эти препараты, а возможно является следствием действия бактериофагов при выработке промышленных партий или условий хранения.

Опыты по выяснению зависимости действия энтобактерина от способа его внесения (в виде суспензии и путем распыления по водной поверхности в дозе $4\text{г}/\text{м}^2$) показали, что разница в числе погибших

личинки комаров (на примере о *Ae. aegypti*) в обоих вариантах невелика и составляет всего 4%. Поэтому в последующих экспериментах антобактерин вносился путем распыления, т.к. при этом еще использовалось его свойство равномерным слоем распределяться по водной поверхности.

Сравнение эффективности порошкообразного антобактерина и жидкого препарата показывало их неодинаковую токсичность для личинок комаров рода *Aedes*. Хотя титры этих препаратов (30 млрд спор/г) и срок годности (1970) совпадали, ларвицидные свойства антобактерина - порошка были на 41,4% выше.

Энтомопатогенное действие антобактерина в значительной мере зависело как от видового состава объектов исследований, так и от стадий их развития. Так из числа изученных представителей кровососущих двукрылых от одной и той же дозировки ($4\text{г}/\text{м}^2$) наиболее высокая смертность (в среднем 83%) отмечалась у личинок рода *Aedes*. При этом имели место видовые различия. Личинки комаров *Ae. aegypti* оказались самыми чувствительными (91%), тогда как смертность личинок *Ae. aegypti* и *Ae. flavescens* была соответственно на 17,8 и 35% ниже. Для личинок комаров рода *Culex* процент средней летальности по сравнению с личинками *Aedes* был на 20% ниже и наконец личинки рода *Culiseta* (*Cs. alaskaensis*) характеризовались наименьшей чувствительностью. Их смертность не превышала 20,7%. Личинки *An. punctatus* и представители другой группы кровососущих личинки слепней рода *Tabanus* были вообще невосприимчивы к антобактерину. На личинок мокрецов рода *Gulicoides* испытываемая доза препарата ($4\text{г}/\text{м}^2$) действовала слабо. Их смертность в этих условиях эксперимента составляла всего 20%.

Изучение влияния антобактерина на личинок разных стадий развития комаров *Ae. aegypti* и *Cx. modestus* в обоих случаях показывало их неодинаковую чувствительность. Самыми восприимчивыми оказались личинки I стадии. Их гибель составляла для *Ae. aegypti* 91%, для *Cx. modestus* - 83,3%. Смертность личинок II стадии соответственно равнялась 65,5% и 66,6%, личинок III стадии погибало 42,2% и 47,9%, а личинок IV стадии - 20 и 31,2%.

Из абиотических факторов основное влияние на ларвицидные свойства антобактерина оказывал температурный режим среды, в которой осуществлялось его действие. Больше всего личинок комаров погибало при средней температуре воды 25°C . По мере ее уменьше-

ния энтомопатогенное действие энтобактерина заметно снижалось: при 25°C погибало 58,7%, при 20°C - 39%, а при средней прогреваемости воды до 15°C смертность личинок *Ae. caerulus* составляла всего 22,6%. Это подтверждается и сравнением действия энтобактерина на личинок комаров *Cx. pipiens* в различных ландшафтно-климатических зонах. В горных условиях при средней температуре воды 15°C эффективность препарата была ниже на 18,7%, чем в пустынной при 26°C.

Выявлено, что оптимальной средой для проявления токсических свойств энтобактерина является вода с нейтральным значением pH. Так при прочих равных условиях гибель личинок *Ae. caerulus* при pH равным 7,0 составляла 77,5%; при pH порядка 8,0 она составляла всего 12,5%, а в воде с pH 9,0 погибало всего 7,5%. Аналогичная зависимость отмечалась и для других представителей кровососов.

На эффективность энтобактерина большое влияние оказывали солевые примеси в воде. Наилучшие результаты получены при небольшой минерализации (14,44 мг-экв/л). Смертность личинок *Ae. flavescens* и *Ae. caerulus* в этих условиях соответственно составила 72,2 - 79,7%, а личинок *Cs. alaskensis* погибало 17,5%. Увеличение концентрации солей в воде, особенно до 215,19 мг-экв/л, снижало летальность действия препарата на личинок *Ae. caerulus* до 25,6%, тогда как гибель личинок *Ae. flavescens* оставалась примерно одинаковой во всех вариантах. Чувствительность личинок *Cs. alaskensis* к препарату проявлялась лишь в воде со слабой минерализацией, в остальных случаях личинки погибали от неблагоприятных условий, создаваемых за счет повышенного содержания солей.

Влияние придонного слоя почвы на энтомопатогенное действие различных препаратов чаще всего не учитывается. Тем не менее при проведении лабораторных опытов с субстратом было замечено, что его присутствие обладает детоксирующим свойством. При постановке специальных экспериментов оказалось, что добавление субстрата немного снижало эффективность препарата. Особенно это видно на примере о личинках *Ae. caerulus*, гибель которых составляла 68% без субстрата и уменьшалась до 38% в вариантах с внесением субстрата. Такая же зависимость наблюдалась для личинок комаров *Ae. flavescens*. Полностью инактивировалось действие энтобактерина субстратом в экспериментах с личинками *Cs. alaskensis*. Если в опытах без субстрата их гибель составляла 28,0%, то при его вне-

сении смертности личинок не отмечалось вообще. Аналогичные результаты получены в экспериментах с личинками мокрецов - в вариантах без субстрата погибало 19,8%, с субстратом - 10%.

В практике борьбы с сельскохозяйственными вредителями энтобактерин успешно применяется с малыми дозами инсектицидов. В литературе имеются сведения об использовании смеси энтобактерина ($4\text{г}/\text{м}^2$) и севина ($15\text{мг}/\text{м}^2$) против личинок кровососущих комаров родов *Anopheles*, *Culex* и *Aedes* (Сальников, 1972). Нами повторены эти опыты и испытан другой инсектицид, сочетающийся в себе высокие токсичные свойства для насекомых и быстро разлагающийся во внешней среде на нетоксичные остатки - корал.

Результаты экспериментов показали, что сочетание энтобактерина (титр 30 млрд спор/г) с севинном, в дозах, рекомендуемых В.Г. Сальниковым оказалось неаффективным. Гибель личинок комаров рода

Aedes в результате совместного действия препаратов (32%) не намного превышала число погибших личинок в вариантах с одним энтобактерином или севинном, активность которых проявлялась примерно одинаково - 20-26%. В аналогичных опытах с личинками комаров рода *Culex* сочетание этих двух препаратов вызывало гибель 34,9% особей, тогда как от действия чистого энтобактерина погибало 35,2%.

При использовании в качестве субтоксиканта корала ($2,0\text{мг}/\text{м}^2$) против личинок рода *Aedes* в результате синергитического действия препаратов наблюдалась их полная гибель. В то же время от чистого энтобактерина погибало 30%, а в варианте с одной сублетальной дозой смертность составляла 12%. Для личинок комаров рода *Culex* эффективность энтобактерина также повышалась за счет добавления корала, однако в целом процент погибших личинок невелик и с учетом поправки на контроль составлял всего 14%. В опытах с личинками *Ce. alaskensis* энтобактерин в чистом виде вызывал более высокую смертность - 29,7%, чем в сочетании с коралом - 24,4%.

При проверке действия энтобактерина на некоторых массовых в стациях обитания предимагинальных фаз гноса гидробионтов (личинки стреков *Odonata*, водные клопы *Notonecta glauca* самурский чебачок *Pseudorasbora parva*, личинки некровососущих комаров сем. *Tendipedidae*) оказалось, что дозировка $4\text{г}/\text{м}^2$ для вышеперечисленных представителей водной фауны безвредна. Губительное влияние оказывала лишь 1% концентрация, от которой полностью погибали личинки стреков и водные клопы.

Ряд закономерностей, выведенных в лабораторных условиях подтвердились при проведении полупроизводственных испытаний. Так например было установлено, что энтомопатогенное действие антобактерицина в естественных условиях варьировало в зависимости от видового состава кровососущих двукрылых. Также как и в лабораторных опытах наиболее восприимчивыми оказались личинки *Ae. caspius*, их смертность в этой серии экспериментов составляла 91,6% особей (в контрольном водоеме этот показатель равнялся 32%). Чувствительность личинок *Cx. ripiens* по сравнению с *Ae. caspius* была ниже почти в два раза (49,7% погибших личинок в опыте, в контроле 10%). Подобным же образом реагировали на антобактерин и личинки *Cx. modestus*, их погибало 39,3%, тогда как в контрольном варианте численность личинок не изменилась. Для личинок комаров *Ae. aisaacensis* испытываемая доза препарата ($4г/м^2$) была совершенно неэффективна, что согласуется с результатами лабораторных исследований.

Представители другой группы кровососущих двукрылых — личинки мокрецов *Gillicoides* sp. отличались невысокой восприимчивостью. Их гибель, с учетом поправки на контроль, не превышала 30%.

Как и в лабораторных экспериментах, энтомопатогенное действие антобактерицина в естественных условиях в значительной мере зависело от температурного режима. Эффективность препарата, при прочих равных условиях, была выше в открытых, неглубоких водоемах при температуре воды около 30°C. В них гибель личинок комаров *Ae. caspius* составляла 98,4% против 30% в контроле. По мере уменьшения прогреваемости воды ларвицидные свойства антобактерицина снижались, причем в случае понижения температуры воды на 2,5°C процент погибших личинок составлял 81,6% (при уменьшении численности личинок в контроле на 32%), а при температуре воды 23,5°C численность личинок, погибших от антобактерицина равнялась 30,1% при 20,1% в контроле.

Обработка водоема, заселенного личинками *Cx. ripiens* антобактерином ($4г/м^2$) в сочетании с севинем ($15г/м^2$) вызывала гибель 80% особей. Однако сравнение результатов, полученных в вариантах с каждым из препаратов в отдельности показало, что активность антобактерицина при совместном действии препаратов усиливалась лишь на 22,6%. Большая же часть погибала от примененной "сублетальной" дозы севина, а в эксперименте с чистым антобактерином эффективность последнего не проявлялась, что можно связать с благоприятными для его действия условиями (значительная глу-

бина водоема и недостаточный температурный режим).

При применении энтобактерина ($4\text{г}/\text{м}^2$) с коралом ($2\text{мг}/\text{м}^2$) против личинок *Ae. caspers* эффекта, полученного в лабораторных условиях достичь не удалось. Хотя синергитическое действие препаратов и вызывало более высокую смертность личинок *Ae. caspers* (38,9%), чем каждый из них (11,3-18,1%), но в целом результат получился намного хуже. Для личинок комаров *Cx. alaskensis* как энтобактерии в чистом виде, так и его сочетание с коралом были неэффективны. То же самое получено для личинок комаров *Cx. pipiens*. В этих вариантах уменьшение численности личинок в контроле даже превышало гибель насекомых в опыте.

Дендробациллин - бактериальный препарат, в основе которого находится спорово-кристаллический комплекс, образуемый микроорганизмами *Bac. thuringiensis var. sandgalli*. Титр выпускаемого промышленностью препарата - 30-50 млрд спор и столько же токсичных кристаллов в 1 г.

Исследования, проводимые с дендробациллином осуществлялись по схеме, применяемой в экспериментах с энтобактерином. По сравнению с последним, энтопатогенные свойства дендробациллина по отношению ко всем изучаемым представителям кровососущих двукрылых оказались более низкими. Даже при использовании такой высокой концентрации как 1% суспензия смертность личинок комаров не превышала 3%. Слабой восприимчивостью к этому препарату характеризовались также личинки москитов рода *Culiseta*, их гибель не превышала 6%. На личинок слепней рода *Tabanus* испытываемый препарат не действовал вообще.

Вследствие высокой токсичности дендробациллина для изучаемых объектов не удалось проследить выраженную зависимость его действия от влияния абиотических факторов (температурный режим, химический состав воды и т.д.). Не дали положительных результатов и попытки увеличения эффективности дендробациллина за счет его совместного использования с сублетальными дозами инсектицидов. Подробное изложение результатов всех этих исследований представлено в IV главе диссертации.

Экзотоксин - термостабильное вещество, выделяемое в культуральную среду во время вегетативного роста некоторыми штаммами группы *Bac. thuringiensis*. Изучаемые нами формы экзотоксина (жидкая и порошкообразная) являлись экспериментальными партиями, предназначенными для лабораторных исследований.

Эффективность обеих форм экзотоксина, также как и в экспериментах с энтобактерином, зависела от величины используемой дозировки. Содержание личинок комаров родов *Aedes* и *Culex* в 15% растворе препарата вызвало их полную гибель в течение 3-5 дней. По мере уменьшения концентрации экзотоксина гибель личинок кровососов снижалась вплоть до того, что минимальные из испытываемых дозировок (0,04 и 0,008%) заметного действия не оказывали. Подобные результаты получены Т.В.Гургенидзе (1971) и И.А.Островой (1972). На личинках кровососущих мокрецов *Culicoides* sp. экзотоксин испытывался впервые. Высокая смертность этих личинок - 78% - при содержании их в растворе 15% концентрации позволяет расширить описок восприимчивых к этому препарату насекомых.

Зависимость действия экзотоксина от используемой дозировки, хотя и не столь ярко, проявлялась и при испытании порошкообразной формы препарата. Так например, при содержании в 1% суспензия погибало 86,4% личинок комаров рода *Culex* и 89,0% личинок *Culicoides* sp. От дозировки в 10 раз меньшей (0,1%) гибель личинок комаров составляла 37,4%, а личинок мокрецов - 46,2%. Более низкие концентрации не действовали вообще.

Зависимость действия экзотоксина от величины применяемой дозы наблюдалась и в экспериментах с куколками комаров рода *Culex*.

Вопрос о влиянии экзотоксина на личинок мошек, насколько нам известно, не изучался. Проводимые нами испытания экзотоксина против личинок этих кровососов были связаны с трудностями содержания последних в лабораторных условиях. Особенности обитания личинок (в проточной воде) ограничивали возможности проведения экспериментов, т.к. в стоячей воде через сутки после начала опыта начиналась естественная гибель личинок. Однако в суточных опытных вариантах смертность личинок от 3% концентрации составляла 46%. Это указывает на токсичность экзотоксина и для предимагинальных стадий мошек.

Проверка действия экзотоксина на имаго комаров *Ae. caspius* и имаго слепней *Tabanus* sp. показала высокую степень их устойчивости к препарату. Количество погибших особей, обработанных экзотоксином, не превышало гибель насекомых в контрольных вариантах.

При изучении действия экзотоксина на некоторых полевых гидробионтов оказалось, что для амурского чебака *Pseudorasbora parva* и личинок некровососущих комаров *Tendipedidae* 1% концентрация

визотоксина безвредна, гибель личинок стрекоз была незначительной и лишь водные клопы *Notonecta glauca* погибали в количестве 80%.

Инсектин

Бактериальный препарат, производство которого основано на иристаллоносных бактериях *Bacillus insectus*. Титр жизнеспособных спор на 1г препарата равен 45.

Если для борьбы с сибирским шелкопрядом инсектин применяется со значительным успехом, то, как показали проведенные исследования для снижения численности кровососущих двукрылых он оказался мало-пригоден.

Как и в всех предыдущих препаратах энтомопатогенные свойства инсектина зависели от величины применяемой дозы. Больше всего личинок комаров погибло от максимальной из применяемых дозировок — 1% суспензии. Для личинок комаров рода *Culex* этот показатель составлял 40,5%. Уменьшение дозы инсектина вызывало снижение численности погибших личинок. Однако, если при использовании энтобактерина наблюдалась строгая зависимость действия препарата от применяемой дозировки, то для инсектина наблюдались непонятные нарушения этой закономерности. Так например 0,01% концентрация препарата вызвала гибель 11,5% личинок комаров *A. modestus*, а от дозы в 10 раз меньшей погибало 29,5%.

Личинки разных представителей кровососущих двукрылых по разному реагировали на одну и ту же ($4г/м^2$) дозировку препарата. Хотя высокой смертности не наблюдалось ни в одном из вариантов, наиболее чувствительными оказались личинки рода *Aedes* и в частности *A. caspius* — их гибель составляла 38,4%. Все остальные испытанные виды комаров, а также личинки мокрецов *Gulicoides sp.* и слепней *Tabanus sp.* на препарат почти не реагировали.

Энтомопатогенные свойства инсектина зависели, хотя и в меньшей степени, чем в случае с энтобактерином, от температурного режима среды, в которой осуществлялось его действие. Гибель личинок комаров рода *Aedes* с повышением температуры воды через каждые пять градусов соответственно возрастала на 9-16%.

К числу оптимальных условий, необходимых для проявления действия инсектина относится слабая минерализация среды, в которой осуществляется его действие. Так например лишь в варианте с незначительным содержанием солей (14,44 мг-экв/л) отмечалась гибель 38,4% личинок *A. caspius*. При увеличении содержания солей в воде

до 135,55 мг-экв/л погибало всего 6,6%, а при концентрации солей 215,19 мг-экв/л гибели личинок не наблюдалось.

Синергитическое действие сублетальных дозировок инсектицидов в комплексе с этим препаратом было выражено весьма слабо. В варианте с инсектином (4 г/м^2) и севином (15 мг/м^2) наблюдалась гибель всего 29% личинок комаров *Ae. caspius*, тогда как от чистого инсектина погибало 32%, а от сублетальной дозировки — 16% личинок. Иначе проявлялось совместное действие инсектина (4 г/м^2) и корала (2 мг/м^2). От их смеси погибало 52% личинок *Ox. modestus*, тогда как от чистого инсектина погибало 22%, а от корала — 16% личинок.

Изучение влияния инсектина на различных представителей гидробиофауны, обитающих в местах выплода кровососущих комаров, показало их неодинаковую восприимчивость. Значительной устойчивостью к действию такой высокой дозировки инсектина, как 1% суспензия отличались личинкоядные рыбы (*Pseudorasbora parva*) и личинки некровососущих комаров сем. Tendipedidae. Гибель личинок стрекоз *Odonata* составляла 4% и лишь для водных клопов *Notonecta glauca* инсектин оказывался высокотоксичным (100% смертность).

Если в лабораторных опытах инсектин оказывал некоторое влияние на личинок кровососущих двукрылых, то при проведении полупроизводственных испытаний он не действовал ни на одного из испытываемых кровососов. При обработке инсектином в дозе 4 г/м^2 водоема, заселенного личинками *Ae. caspius*, гибели не отмечалось. И даже увеличение дозы препарата до 10 г/м^2 не повлияло на его эффективность. На личинок комаров рода *Culiseta* и личинок мокрецов рода *Culicoides* инсектин не действовал вообще, ни в полевых, ни в лабораторных условиях.

Обработка водоема инсектином в дозе 4 г/м^2 с добавлением севина (15 мг/м^2) вызвала гибель всего 8% личинок *Ae. caspius*. В то же время в водоеме, куда вносился один микробный препарат погибало 12% особей, а от сублетальной дозы севина в другом водоеме наблюдалась гибель 10%. При проверке в естественных условиях совместного действия инсектина (4 г/м^2) и корала (2 мг/м^2) на личинок комаров рода *Culex* гибло 18% особей. В двух соседних водоемах, обработанных отдельно инсектином и коралом смертность личинок соответственно составляла 9% и 3%. Такие данные соответствуют результатам лабораторных опытов и указывают на то, что применяемое сочетание препаратов нужного эффекта не вызывало.

Боверин

Боверин - препарат, содержащий жизнеспособные споры антропопатогенного гриба *Beauveria bassiana*. Его производство освоено промышленностью. Представляет собой порошок, каждый грамм которого содержит 2-6 млрд спор.

В наших опытах антропопатогенные свойства боверина не проявились в отношении имого кровососущих двукрылых. Применение же боверина против предимагинальных стадий кровососов позволило выяснить следующее: в отличие от ранее описанных бактериальных препаратов его действие не отличалось выраженной зависимостью от величины вносимой дозы. Так опытные дозировки, рассчитанные на объем воды (0,001; 0,01; 0,1 и 1,0%) показали их примерно одинаковое действие на личинок *Cx. modestus* (22,5-26,0%). Более того, при расходе препарата на площадь водной поверхности более высокая смертность (36-39%) наблюдалась от минимальных дозировок (2,5 - 3,0 г/м²), тогда как от 3,5 - 4,0 г/м² погибало 7-19% личинок.

Проверка действия трех вариантов боверина, отличающихся количеством спор в 1 г, показала более высокую эффективность для личинок комаров препарата с титром 2 млрд спор/г, выпущенного в 1970 году. Его использование в дозе 4 г/м² против личинок рода *Aedes* вызывало гибель 37,6% особей. Два других препарата с содержанием в 1 грамме 6 млрд спор, но выпущенных в 1967 году оказались менее действенными и вызвали гибель лишь 25,6 - 29,6% личинок. В данном случае это, вероятно, можно объяснить снижением жизнеспособности спор гриба *Beauveria bassiana* в течение более длительного срока хранения.

Как и в примере с бактериальными препаратами антропопатогенное действие боверина зависело от родового и видового состава объектов исследований. Хотя ни один из представителей различных групп кровососов не отличался достаточно высокой восприимчивостью к действию боверина, самая большая смертность отмечалась у личинок комаров рода *Aedes*. При этом имели место видовые различия. Самыми чувствительными оказались личинки *Ae. caspius*, их гибель равнялась 28,3%. Восприимчивость личинок *Ae. aegypti* и *Ae. flavescens* не превышала 6,8%. Смертность личинок комаров рода *Culex* составляла 7,0 - 12,4%. Примерно такой же чувствительностью характеризовались личинки комаров рода *Culiseta*. Самыми устойчивыми оказались представители рода *Anopheles* и представители дру-

гих групп кровососов: личинки слепней *Tabanus* и личинки мокрецов *Culicoides*. Их гибели не отмечалось вообще, а в отдельных случаях смертность в контрольном варианте превышала количество погибших личинок в опыте.

Если для всех изученных бактериальных препаратов температурный режим является решающим для проявления их активности, то в экспериментах с боверином такая зависимость отсутствовала. Его антопатогенное действие зависело от другого абиотического фактора — химического состава воды и в частности от содержания в ней солей. Наиболее действенным боверин оказался в воде с минимальной минерализацией (14,4 мг-экв/л). Гибель личинок *Ae. caspius* в этих условиях составила 28,2%. Увеличение концентрации солей в воде до 120 мг-экв/л снижало смертность личинок этого вида до нуля. Личинки *Ae. flavescens* не погибали даже в слабоминерализованной воде, а гибель личинок *Cs. alaskaensis* составляла всего 11,8%.

Против вредителей сельского хозяйства боверин с успехом применяется в сочетании с малыми дозами инсектицидов. Нами в качестве субтоксикантов использовались севин (15 мг/м²), корал (2 мг/м²). Результаты экспериментов показали, что ни одно из применяемых сочетаний препаратов нужного эффекта не вызывало. Более того, самая высокая смертность, на примере с личинками рода *Culex* (29%) наблюдалась лишь от действия одного микробного препарата.

Проверка действия боверина на некоторых представителях водной фауны, обитающих совместно с кровососущими двукрылыми показала, что доза 4 г/м² для них абсолютно безвредна. При использовании повышенных дозирования самыми устойчивыми оказались предимагинальные стадии стренов *Odonata* и некровососущих комаров сем. *Tendipedidae*. Они не гибли даже при содержании их в 1% суспензии препарата. В противоположность им смертность водных клопов *Notonecta glauca* от этой дозировки достигала 100%. Эта же концентрация, на примере амурского чебачка *Pseudorasbora parva* являлась не 40% летальной и для рыб, что говорит о необходимости тщательных предварительных исследований этого возбудителя, отличающегося широким спектром действия.

Подобно дендробациллину и инсектину ни в одном из полупроизводственных экспериментов боверин своего действия не проявил. Так например доза 4 г/м², вызывавшая в лабораторных условиях

смертность 28,3% личинок *Ae. caspers* при обработке водоемов оказалась бездейственной, а ее увеличение в 2,5 раза повысило эффективность боверина всего на 2%. Еще меньшую летальность боверин вызывал у личинок комаров рода *Culex* и *Culiseta* и мокрецов рода *Culiscoidea*.

Малозффективной оказалась обработка водоемов боверином ($4\text{г}/\text{м}^2$, в сочетании с инсектицидами (севин - $15\text{мг}/\text{м}^2$, корс I - $2\text{мг}/\text{м}^2$). Синергитическое действие препаратов не проявлялось вообще или увеличивало смертность личинок комаров на 3-4%, что, конечно, не имеет практического значения.

ВЫВОДЫ

1. Из четырех испытанных препаратов (антобактерин, дендробациллин, инсектин и боверин) наиболее эффективным для различных представителей кровососущих двукрылых оказался антобактерин, который тем не менее тоже не приводил к полной гибели представителей изучаемых объектов, а в зависимости от рассматриваемых факторов вызывал от 0 до 91,5% гибели. Энтопатогенные свойства инсектина были примерно наполовину ниже, а дендробациллин и боверин на изучаемых кровососах почти не действовали.

2. Из кровососущих двукрылых наиболее восприимчивыми к энтопатогенному действию микробных препаратов оказались комары, причем лишь предимагинальные стадии развития. Их гибель, в зависимости от комплексов биотических и абиотических факторов, колебалась от 0 до 91%. Смертность личинок мокрецов находилась в пределах от 0 до 19,3%. Самыми устойчивыми оказались личинки слепней рода *Tabanus*, на них испытываемые препараты не действовали вообще.

3. Действие самого эффективного из испытанных препаратов - антобактерина зависело от величины используемой дозы. Эта закономерность наблюдалась как при расчете дозировок на объем воды, так и при внесении препарата из расчета на площадь водной поверхности. Минимальная из применяемых дозировок - $0,1\text{ г}/\text{м}^2$ вызывала гибель всего 1% личинок. По мере ее увеличения смертность возрастала. От дозы $4\text{г}/\text{м}^2$ погибало до 91% личинок. Для всех остальных препаратов, вероятно вследствие их низкой токсичности характерной являлась слабая зависимость действия от испытываемых дозировок.

4. На эффективность энтобактерины большое влияние оказывал титр жизнеспособных спор (и кристаллов) в 1 г препарата. Самым действенным оказался препарат, содержащий в 1 г 80 млрд спор. В то же время энтомопатогенные свойства других партий энтобактерина с одинаковыми характеристиками (титр, год выпуска) проявлялись по-разному, что, вероятно, связано с различной вирулентностью штаммов *Bac. thuringiensis*, на основе которых они изготовлены.

5. Эффективность микробных препаратов варьировала в зависимости от родового и видового состава объектов исследований. Наибольшую восприимчивость характеризовались личинки комаров рода *Aedes* (в среднем 83%). При этом личинки *Ae. caspius* оказались самыми чувствительными (91%), тогда как смертность личинок *Ae. albopictus* и *Ae. triseriatus* была соответственно на 17,8 и 35% ниже. Для личинок комаров рода *Culex* процент средней летальности составлял 64,7%, а личинки рода *Culiseta* характеризовались наименьшей чувствительностью (20,7%). Самыми устойчивыми были личинки рода *Anopheles* — на них микробные препараты вообще не действовали.

6. Различной восприимчивостью к испытанным препаратам характеризовались личинки разных стадий развития одного и того же вида комара. Самыми чувствительными к энтобактерину, на примере *Ae. albopictus* и *Ae. caspius* оказались личинки I стадии. Их гибель соответственно составляла 83,3 и 91%. По мере развития устойчивость личинок возрастала. Смертность личинок IV стадии была в 3 — 4 раза ниже.

7. В зависимости от температурного режима водной среды эффективность энтобактерина возрастала через каждые 5° примерно наполовину. Наилучшие результаты (72,7% гибели личинок *Ae. caspius*) были получены в воде со средней температурой 25°C, тогда как при 15°C погибало всего 22,6%. Вероятно вследствие малой токсичности дендробациллина и боверии зависимость их действия от температуры воды не отмечалось, а эффективность инокулята при оптимальной температуре воды возрастала лишь на 9–16%.

8. Эффективность испытанных препаратов в значительной мере зависела от кислотно-щелочного состава воды. На примере с энтобактерином выяснено, что оптимальной является среда с нейтральным значением pH. Гибель самых восприимчивых к энтобактерину личинок *Ae. caspius* в этих условиях составляла 77,5%. С повышением концентрации водородных ионов эффективность препарата

для всех представителей изучаемых кровососов снижалась. При pH порядка 7,0 погибало всего 10% личинок.

9. Энтомопатогенные свойства микробных препаратов зависели также от степени минерализации воды. В среде с наименьшим содержанием солей (14,44 мг-экв/л) их эффективность была максимальной. Увеличение концентрации солей, особенно на 200 мг-экв/л, снижало смертность личинок (для энтобактерина более чем наполовину).

10. Установлено, что действие микробных препаратов на личинок комаров и мокрецов зависит также от влияния придонного слоя почвы (субстрата). За счет его детоксирующего свойства эффективность энтобактерина снижалась на 9,8 - 30%.

11. В полупроизводственных условиях подтвердилась зависимость действия микробных препаратов от влияния биотических и абиотических факторов. Значительная смертность личинок комаров *Ae. caer* (98,4%) от энтобактерина в дозе 4 г/м² наблюдалась лишь в оптимальных условиях. Этому способствовали небольшая глубина водоема (до 15 см), прогреваемость воды до 35°C, открытая водная поверхность, а также нейтральное значение pH и слабая минерализация воды. В других случаях эффективность резко снижалась. Все остальные микробные препараты в естественных условиях оказались малоэффективными и в любых вариантах не обеспечивали высокую смертность изучаемых объектов исследований.

12. Использование микробных препаратов совместно с сублетальными дозами инсектицидов (севин, корал, фталафос) против личинок кровососущих двукрылых оказалось неэффективным, хотя в отдельных лабораторных опытах лервцидные свойства энтобактерина удалось повысить на 42% за счет добавления корала.

13. Используемая в полупроизводственных условиях против кровососущих двукрылых высшая доза 4 г/м² для других представителей гидрофауны (личинки стрекоз *Odonata*, водные клопы *Notonecta glauca*, амурский чебачок *Pseudorasbora parva*, личинки некровососущих комаров сем. *Tendipedidae*) оказалась безвредной.

14. Проверка опытных партий термостабильного экастокоина показала его высокие токсические свойства в отношении предимагинальных стадий комаров, мокрецов и мушек, но в неприемлемо высоких для практического использования концентрациях (5-15%).

15. Проведенные исследования дают основу выборочно-направленного использования микробных препаратов против различных представителей кровососущих двукрылых в зависимости от видового, возрастного состава популяций и факторов внешней среды.

С П И С О К

работ, опубликованных по материалам диссертации

1. О результатах испытания энтобактерина в лабораторно-полевых опытах на личинках мокрецов (Предварительное сообщение) (совместно с Садовниковой Т.П., Дубицким А.М.). Проблемы паразитологии. Тр. VII научн. конф. паразитологов УССР, часть II, 1972.

2. О возможной зависимости энтопатогенного действия энтобактерина от полученной партии (совместно с Дубицким А.М.). Сб. "Микробиол. методы борьбы с энтопаразитами". 1972.

3. Полупроизводственные испытания действия микробных препаратов на кровососущих двукрылых в предимагинальных стадиях развития. Сб. "Регуляторы численности гнуса на юго-востоке Казахстана". 1973.

4. Лабораторные испытания действия термостабильного экзотоксина на личинок и имаго кровососущих двукрылых (совместно с Березиной Н.Е.). Сб. "Регуляторы численности гнуса на юго-востоке Казахстана". 1973.

5. Испытание действия микробных препаратов на личинок комаров рода *Culex* в юго-восточном Казахстане (совместно с Садовниковой Т.П., Дубицким А.М., Синициной Л.П.), ж. "Паразитология", том VII. 1973.

6. Влияние биотических и абиотических факторов на токсичность энтобактерина для личинок кровососущих комаров и мокрецов. ж. "Известия АН КазССР", серия биологическая, 5. 1973.

