

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ

На правах рукописи

РАХИМБАЕВА Калимаш Тауфиковна

УДК 576.895

БИОРЕГУЛЯТОРЫ ЧИСЛЕННОСТИ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ И МОШЕК В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ

03.00.19 — паразитология

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Алма-Ата, 1987

Работа выполнена в лаборатории биоконтроля вредных беспозвоночных Института зоологии АН КазССР и в Семипалатинском пединституте им. Н. К. Крупской.

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

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОГИЮНЕНТЫ:

доктор биологических наук Т. Н. Досжанов;

кандидат биологических наук Б. М. Якунин.

Ведущее учреждение — Биологический институт СО АН СССР.

Защита диссертации состоится 22. сентября 1988 года на заседании специализированного совета по присуждению ученой степени кандидата наук К 038.17.01 при Институте зоологии АН Казахской ССР (480032, г. Алма-Ата, Академгородок, Институт зоологии АН Казахской ССР).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института зоологии АН Казахской ССР.

Автореферат разослан

3 сентября

1987 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
доктор биологических наук

Э. И. ПРЯДКО

Слано в набор 27.11.87. Подписано к печати 30.11.87.

УГ 14486. Тип. КЭИ. Заказ 513-100

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В период неимоверно быстро развивающейся резистентности насекомых к химическим инсектицидам и на фоне общей загрязненности внешней среды их остатками, поиск биологических регуляторов численности объектов борьбы представляет неотложную задачу, как альтернатива химическим методам. Основной целью таких исследований является постепенное (по мере разработанности) замещение неселективных химических средств безопасными для внешней среды биологическими, как в плане их самостоятельного использования, так и при интеграции проводимых мероприятий.

В постановлении ЦК КПСС и СМ СССР от 1 августа 1987 г. № 896 "О порядке разработки долгосрочной государственной программы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СССР на XIII пятилетку и на перспективы до 2005 года" большое значение придается развитию биологических методов защиты растений, людей и сельскохозяйственных от вредных видов и переносчиков болезней, как одной из форм сокращения загрязнения среды химическими инсектицидами.

В этом плане большое внимание уделяется выявлению и изучению естественного комплекса биорегуляторов и слагающих его компонентов как фоновой основе для последующего развития биологических методов борьбы с той или иной группой вредных беспозвоночных.

Разработка биологических методов регуляции численности кровососущих двукрылых в различных ландшафтно-климатических зонах Казахстана с 1968 г. проводится лабораторией биоконтроля вредных беспозвоночных Института зоологии АН КазССР. Сотрудниками этой лаборатории в этом плане исследованы многие районы Казахстана, но северо-восток республики оставался слабо изученным. В соответствии с этим нам и было предложено восполнить существующий пробел, поскольку в исследуемом регионе комплексные работы по этому направлению не проводились.

Цель работы. Основной целью работы были поиск и изучение биорегуляторов численности комаров и мошек в Северо-Восточном Казахстане на основе изучения экологии и видового состава доминирующих видов этих кровососов.

Основные задачи исследования:

I. Выявление ведущих видов комаров и мошек и сопряженных с их развитием естественных регуляторов численности этих кровососов (ведущих компонентов гнуса в этом регионе).

2. Определение роли каждого агента в естественной регуляции численности хозяев в зависимости от экоклиматических особенностей различных зон региона.

3. Изучение патогенного и хищного потенциала обнаруженных регуляторов с учетом их безвредности для нецелевых сочленов биocenозов.

4. Проведение экспериментов по перезаражению предиминальных стадий кровососущих комаров и мошек выявленными патогенами в лабораторных и естественных условиях.

5. Проведение экспериментов по внутризональной и межзональной интродукции некоторых перспективных видов биорегуляторов.

6. Подготовка рекомендаций по наиболее перспективным видам регуляторов для снижения численности кровососущих двукрылых в специфических условиях региона.

Научная новизна. Поскольку большая часть региона, где проводилась работа, или не исследовалась ранее совсем, или проводились лишь рекогносцировочные работы, большинство полученных данных являются в значительной степени новыми как в общенаучном, так и в региональном аспектах. Впервые в Казахстане здесь обнаружена, изучена и описана (совместно с Х.К.Торнбаевым) бирюзовая разновидность радужного вируса комаров. У двух массовых видов мошек обнаружена и изучена микроспоридия *Nosema striclandi* Jic., ранее не регистрировавшаяся в СССР. На самых ранних этапах изучения (1979-1980 гг.) спорообразующей бактерии *Bacillus thuringiensis* H-14 была продемонстрирована эффективность ее действия на многие виды бореальных комаров, встречающихся в высокогорьях Южного Алтая, и впервые показано, что температура среды не оказывает сильного влияния на его энтомопатогенное действие, а лишь удлиняет период инкубации. Детальное изучение биологии нового для науки вида мермитид *Komanomeris altaica* позволило не только выявить его высокую инвазионную способность (до 94% зараженности естественных популяций), но и провести опыты по его внутризональной (горно-лесная зона) и межзональной (лесостепная зона) интродукции. Определена и продемонстрирована в различных типах мест выплода комаров ларвицидная активность массовых в местных условиях водных клопов, жуков и личинок стрекоз, а также интродуцированной в водоемы Семипалатинской и Павлодарской областей личинкоядной рыбы *Oryzias latipes*.

Практическая ценность. Результаты проведенной работы дают не

только общие сведения о биорегуляторах численности комаров и мошек, но и об уровнях естественного снижения численности этих кровососов в исследованном регионе выявленными видами биорегуляторов. По отдельным видам (мермитиды *Romanomermis altaica* и личинкоядные рыбы *Oguzias latipes*) составлены рекомендации для облСЭС по практическому применению. Результаты по другим энтомопатогенам (бирюзовый радужный вирус комаров, бактерии, микроспоридии) могут быть использованы при организации комплексных или интегрированных мероприятий по борьбе с комарами и мошками — ведущими группами нападающих кровососов.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на научных конференциях профессорско-преподавательского состава Семипалатинского пединститута (1980, 1982, 1983, 1985), на VI конференции молодых ученых (г.Семипалатинск, 1982), на IV Всесоюзном диpterологическом симпозиуме (г.Алма-Ата, 1986), на Совете факультета естественных наук Семипалатинского пединститута (1986), на совещании сотрудников лаборатории биоконтроля вредных беспозвоночных Института зоологии АН КазССР (г.Алма-Ата, 1986), на совещании выездного заседания научных советов по зоологии и ботанике Академии наук КазССР и Казахского общества охраны природы (г.Семипалатинск, 1987).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 статей, две находятся в печати.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав и выводов, описки использованной литературы, включающего 309 названий, из них 123 иностранных.

Диссертационная работа изложена на 185 страницах машинописи, включая литературу, 39 таблиц и 23 рисунка. В приложении приведены акты по результатам интродукции оризасов в Семипалатинскую и Павлодарскую области и оценке их эффективности после акклиматизации.

СО Д Е Р Ж А Н И Е Р А Б О Т Ы

І. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Приводятся соответствующие литературные источники, показывающие уровень современных разработок по исследуемым патогенам, паразитам и хищным организмам, применительно к поставленным целям исследований.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для написания диссертации послужили данные, полученные в процессе стационарных и маршрутных исследований в период 1977-1983 гг. и частично в 1984-1985 гг. при продолжавшихся наблюдениях по определению роли естественных регуляторов численности кровососущих комаров и мошек в снижении этих кровозососов.

Стационарные исследования проводились в поселке Музды Павлодарской области, поселках Мирный и Половинки Семипалатинской области и в поселке Раздольное Ключи Восточно-Казахстанской области. Маршрутные исследования осуществлялись в Павлодарской (пос. Лебяжье, Чандай), Семипалатинской (пос. Кантак, Озерки, Стекланка, Глухожы, Большие Владимировские, Михайловские озера, Муздыбай, Талица, Социалистия, Мирношма) и Восточно-Казахстанской (пос. Катон-Карагай, Урьль, Ворель, Демидов) областях.

За период работы обследован 161 водоем, в том числе мест выплода комаров - 148, мошек - 33. Взято 1040 учетных проб (не считая сборов для экспериментов) предмагинальных фаз развития комаров и мошек, в которых проанализированы 197737 личинок, 3050 куколок и 2100 имаго комаров, а также более 20 тыс. личинок, 1300 куколок и 1000 имаго мошек. Из них личинок комаров, зараженных БГЕК - 2636, зараженных мермитидами - 34710, а также свыше 1000 личинок мошек, зараженных микроспоридиями. Для определения видовой принадлежности патогенов изготовлено 204 постоянных и временных препаратов.

Для изучения различных аспектов энтомопатогенной активности обнаруженных патогенов проведено 65 опытов в нескольких вариантах и повторностях, из них 12 - в лабораторных и 33 в полупроизводственных и производственных условиях. В экспериментах использовано более 38 тыс. инфицированных особей и 823 представителя различных групп хищных гидробионтов, а также более 1000 нецелых гидробионтов для проверки их на безопасность обнаруженных патогенов и хищников.

Эксперименты по интродукции проведены в 47 водоемах, из которых 29 использованы для внутризонального и 18 для межзонального расселения. В них использовано около 3 тысяч личинкоядных рыб и 22 тысяч паразитических, постпаразитических и половозрелых мермитид, а также биомасса с яйцами и препаразитическими личинками этих паразитов.

В соответствии с разнообразием изучаемых групп и видов пато-

генов методика работы отражала специфику каждого изучаемого объекта и осуществлялась в соответствии с литературными рекомендациями. Часть аналитического материала обработана статистически по рекомендациям К.А.Бреева (1976) и Н.П.Федорова и Б.Ф.Ласкина (1980).

3.ВИДОВОЙ СОСТАВ КРОВООСУЩИХ КОМАРОВ И МОШЕК В МЕСТАХ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Все основные места массового выплода кровососущих комаров в исследованном регионе по типологии, предложенной А.М.Дубицким (1970), отнесены к степным, лесостепным и горно-лесным комплексам. Всего в местах проведения исследований зарегистрированы 36 видов комаров и 7 видов мошек.

К водоемам степной зоны (пойма среднего и нижнего течения Иртыша) приурочены 12 видов комаров, из них 6 из рода *Aedes*, 2 из рода *Anopheles* и 4 из рода *Culex*. Массовыми для весеннего периода выделяются *Ae.c.dorsalis*, *Ae.c.caspius*, *Ae.cinereus*, а для летне-осеннего периода — *Ae.caspius*, *A.pipiens*, *An.huganui*, *An.maculipennis*, в местах массового выплода которых обнаружены водные клопы, водные жуки, личинки стрекоз и бирюзовый радужный вырус, выступающие в роли естественных регуляторов их численности.

К водоемам лесостепной зоны (лесные массивы поймы Иртыша, Бухтармы, Аягузки, Кокпектинки) приурочены 13 видов комаров, из них 12 из рода *Aedes* и один из рода *Anopheles*. Массовыми для весеннего периода выделяются *Ae.cantans* и *Ae.c.dorsalis*, а для летне-осеннего периода — *Ae.c.caspius*, в местах массового выплода которых обнаружены водные беспозвоночные гидробионты, участвующие в ограничении их численности.

К водоемам горно-лесной зоны (поймы рек Бухтармы, Арасана и различных мелких горных рек Восточного Казахстана) приурочены 7 видов комаров из рода *Aedes*, в основном моноциклических. Доминируют ранне-весенние виды из группы "communis" (в популяции которых обнаружен мермитидоз), а затем поздние-весенние виды группы "cantans".

Все основные места массового выплода кровососущих мошек по типологии И.А.Рубцова (1965) отнесены к родниково-ручьевой и горно-сточным системам. Массовыми видами являются *Eusimulium latipes*, *Odagmia ferganica* и *O.ornata*; в популяциях двух последних видов обнаружен микроспоририоз.

4. ВЫЯВЛЕННЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ И ИХ РОЛЬ В ОГРАНИЧЕНИИ

ЧИСЛЕННОСТИ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ И МОШЕК

4. Энтомопатогенные организмы

4.1.1. Бирюзовый радужный вирус комаров (БРВК) впервые в Казахстане обнаружен, изучен и описан совместно с Х.К.Торыбаевым в популяциях личинок полициклических видов комаров *Ae.с.dorsalis*, *Ae.с.saxipus* в степной и лесостепной зонах Павлодарской и Семипалатинской областей. Химическая природа нуклеиновой кислоты вириона, симметрия нуклеокапсида и число его граней позволили отнести их к роду *Iridovirus*. При электронном микроскопировании вирионы имели икосаэдрические формы размером 160-180 нм.

Инфекция отмечалась чаще всего с середины апреля до начала сентября во временных и полупостоянных водоемах глубиной до 1 м, температурой воды от 7 до 35°C и с повышенной концентрацией солей.

Зараженные личинки в водоемах обычно отмечались мозаично. Экстенсивность инвазии колебалась в пределах от 4,7 до 18,0%. Наибольшее количество зараженных особей регистрировалось в июле. Клинические признаки заражения обычно становились заметными у личинок II-IV стадий развития. Больные особи отличались бирюзовой окраской тела, хорошо заметной в водном слое. Очаги инфекции локализовались в голове, груди, брюшке, в местах с хорошо развитым жировым телом. Пораженные особи становились малоподвижными, редко всплывали на поверхность водоема для дыхания, сегменты брюшка у них сжимались и через 5-7 дней после появления первых признаков заражения наступала их гибель.

В экспериментах экстенсивность заражения личинок *Ae.с.dorsalis* составила 16-54%, а у *Ae.vexans* 16-36%. При этом количество зараженных особей находилось в прямой зависимости от характера и количества внесенного в опыт заразного начала.

Максимальный эффект наблюдался при внесении суспензии растертых личинок (18-54%), меньше — при внесении инфицированной придонной почвы (16-28%), а в случае добавления живых инфицированных личинок (контактным путем) — заражения не происходило.

В опытах клиническая картина проявлялась с 5-6 дня, а через 4-5 дней наступала гибель личинок, что соответствовало наблюдениям в естественных условиях.

Личинки комаров родов *Anopheles* и *Culex* не заразились

БРВК, выделенным из представителей рода *Aedes*.

4.1.2. Микроспоридии мошек. Микроспоридии *Nosema striclandi*, ранее не регистрировавшиеся в СССР, обнаружены в популяции двух массовых в степной и лесостепной зонах личинок мошек — *Oedagmia ornata* и *O. ferganica*. Споры имеют грушевидную форму, тетраэдричны, поверхность деформирована, слизистый чехол не образуется. Размеры спор 5,0 x 2,5 мк.

Эпизоотии отмечались в течение теплого периода года в небольших речках, ручейках, ротниках глубиной 15–80 см и с температурой воды от 3°C до 23°C; скорость течения 0,5–0,7 м/сек. Экстенсивность заражения составляла от 8,5 до 32,0%.

Инфекция обнаруживалась мозаично. Клинические признаки заражения отмечались у личинок III–VI стадий развития. Микроспоридиями поражались различные ткани личинок, но чаще всего инфекция локализовалась в жировом теле. Больные личинки отличались беловатым цветом тела и увеличенными размерами. Развитие пораженных особей задерживалось, они не окукливались и погибали на 26–35 день после появления клинических признаков.

У личинок *O. ornata* отмечалось два пика зараженности — в июне (14,9%) и в августе (15,3%), соответствующие двум генерациям. У личинок *O. ferganica* микроспоридии обнаруживались в течение всего теплого периода года.

4.1.3. Мермитиды комаров. Через год после обнаружения в горно-лесной зоне Южного Алтая (пос. Рахмановские ключи) инвазии личинок комаров, вызываемой новым для науки видом *Romanomermis altaica*, было начато изучение основных экологических и биологических аспектов существования и распространения нематоды. Хозяевами мермитид были моноциклические, ранневесенние виды комаров: *Aedes communis*, *Ae. diantus*, *Ae. pionips*, *Ae. pullatus*, *Ae. punctor*, *Ae. rempeli*.

За четыре года (1977–1980) инвазия распространилась в равнинном аспекте на расстояние от I до 6,3 км от первичного очага и охватила 54 водоема. Происходило это за счет сноса заразного начала и соединения водоемов во время весеннего наводнения. При этом было отмечено появление очагов и на горных склонах; возможно, инвазия была занесена в эти водоемы птицами или водными насекомыми.

Первые зараженные особи появлялись в конце мая или начале июня. Начальный период протекал без видимых клинических призна-

ков, которые начинали проявляться у личинок II стадии развития и были хорошо заметными у личинок III-IV стадий. Размеры паразитических личинок колебались в пределах 5,0-63,0 мм. Мермитиды чаще всего локализовались в грудном отделе хозяина, а при множественном паразитировании и в брюшных сегментах. Скорость роста и созревания паразита синхронизирована с развитием хозяев.

Мермитиды во время паразитирования поглощали почти все питательные ресурсы хозяина и поэтому перехода личинок в фазы куколки и имаго не отмечалось. Паразитическая фаза длилась около 40 дней и завершалась выходом гелмминта через грудные, брюшные и анальные сегменты во внешнюю среду. При множественном заражении выходили 2-3 наиболее крупных по размерам паразита, а остальные погибали в теле хозяина. После выхода паразитов, личинки комаров прекращали питаться, оморщивались и погибали.

Постпаразитическая фаза длилась 65-87 дней. Вышедшие постпаразитические мермитиды вначале были слабоактивны, а через 3-4 дня концентрировались в клубки из 30-50 особей. Это явление, вероятно, является обязательным условием для их дальнейшего развития, т.к. в клубках происходит линька, дозревание, копуляция и развитие личинок у самок.

В лабораторных условиях линька постпаразитических мермитид осуществлялась дважды. Первая отмечалась через 10-16 дней после выхода мермитид из хозяина, вторая - через 38-40 дней после первой. До полового созревания требовалось еще 30-35 дней, а затем (через 5-10 дней) происходила откладка яиц. Вскоре после копуляции самцы погибали, а после яйцекладки наступала гибель самок. Первые инвазионные личинки в экспериментах появлялись через 28-34 дня после откладки яиц и были активны в лабораторных условиях в течение 8-12 дней.

Соприженность развития *R. altaica* и личинок комаров рода *Aedes* определяется одновременностью появления их в природе (середина мая), зависящей, вероятно, от того же самого порога начала активности. Как паразит, так и хозяева являются моновольтинными видами и следующий их контакт осуществляется через год. Какой-либо преферентности к заражению того или иного вида комаров группы "communis" не отмечено, что в совокупности с заражением представителей группы "cantans" говорит об отсутствии специфичности. В соответствии с этим весь комплекс водоемов с ин-

вазией был определен как макроочаг. Микроочаги мермитидоза при определенной схожести отличались друг от друга как по экологическим условиям, так и по времени существования (открытые, полузатененные, затененные, временные, полупостоянные, постоянные).

Экстенсивность инвазии в различных типах водоемов была неодинакова и колебалась в пределах от 28 до 94% (см.табл.). Наибольшее количество зараженных особей отмечено во временно существующих и полупостоянных водоемах всех трех типов, но уменьшалось в зависимости от их затененности. Интенсивность инвазии в одной особи хозяина колебалась в пределах от I до 12 экз., но чаще обнаруживались особи с 2-4 паразитами. Индекс обилия составлял соответственно от 1,7 до 3,8 паразита на хозяина.

4.2. Хищные беспозвоночные гидробионты и их роль в снижении численности личинок комаров

В местах массового выплода комаров, особенно полициклических видов родов *Aedes*, *Anopheles* и *Culex* выявлено 10 видов хищных беспозвоночных гидробионтов, в той или иной степени снижающих численность предимагинальных фаз комаров в процессе совместного обитания. К ним относятся три вида водных клопов - *Notonecta glauca*, *Nausoris cimicoides*, *Ranatra linearis*, пять видов водных жуков - *Acilius sulcatus*, *Dytiscus latissimus*, *D. marginalis*, *Gaurodytes bipustulatus*, *Rhantus notatus*, два вида личинок стрекоз - *Aeschna cyanea*, *Coenagrion pulchellum*.

N. glauca обитает в открытых и полузатененных водоемах степной и лесостепной зон, осуществляя за теплый период 2-3 генерации. Плотность заселения водоемов варьирует в пределах 5-30 экз. на кв.м. За сутки одна особь, в зависимости от стадии развития, уничтожала в экспериментах до 67 личинок комаров, что соответствует данным, полученным в естественных условиях.

В пойме среднего и нижнего течения Иртыша большинство мест выплода комаров заселены гладышами, которые значительно снижали численность личинок комаров. Так, в опытном водоеме, содержавшем гладышей, плотность личинок комаров не превышала 400 экз., тогда как в аналогичном водоеме без них плотность достигала 3800 экз. на кв.м водной поверхности.

Аналогичные данные получены и с *N. cimicoides*, который, однако, уступает предыдущему виду по численности (7-8 экз./кв.м), по

Таблица

Зараженность личинок комаров рода *Aedes* мермитидами
Romanomermis altaica в различных типах водоемов в
1979 году (Рахмановские ключи)

Характеристика водоемов	Температура воды	pH	Плотность личинок комаров на кв.м (экз.)	Экстенсивность заражения, %
<u>Открытые</u>				
Временный, глубина 40 см, дно с произрастающей растительностью	25°C	7,0	2560	94
Полупостоянный, глубина 45 см, дно илисто-песчаное, без растительности	19°C	7,0	2016	64
Постоянный, глубина 40 см, дно илистое или каменистое	15°C	6,8	1120	55
<u>Полузатененные</u>				
Временный, глубина 40 см, дно с произрастающей растительностью	15°C	7,7	1248	58
Полупостоянный, глубина 30 см, дно илистое, без растительности	13°C	7,4	1152	49
Постоянный, глубина 40 см, дно илистое, без растительности	10°C	7,2	800	37
<u>Затененные</u>				
Полупостоянный, глубина 25 см, дно с произрастающей растительностью	11°C	6,2	768	39
Постоянный, глубина 35 см, дно илистое, без растительности	10°C	6,8	736	35
Постоянный, глубина 35 см, дно каменистое, без растительности	9°C	6,4	512	28

количеству проделываемых генераций (1-2 в год) и по интенсивности уничтожения личинок комаров (до 58 экз.).

Еще меньшей активностью отличалась *R. linearis*, проделывающая одну генерацию в год и обитающая только в сильно затененных водоемах с численностью 1-2 экз. на кв.м водной поверхности. Од-

на особь в экспериментах уничтожала до 47 личинок комаров в сутки.

Водные жуки, также как и водные клопы, обнаруживаются в водоемах степной, лесостепной и горно-лесной зон, являющихся местами массового выплода кровососущих комаров. Плотность заселения ими различная, и составляет в среднем для *Acoilius sulcatus* 9 экз., для *Dytiscus marginalis* II экз., для *Gaurodytes bipustulatus* 10 экз., для *Rhantus notatus* - 9 экз. на кв. м водной поверхности. Соответственно этому их потенциал в снижении численности личинок комаров значительно ниже. Наиболее прожорливыми являются жуки *A.sulcatus* и *D.marginalis*.

Личинки стрекоз обнаруживались почти во всех типах водоемов где выплывают личинки комаров. Наиболее прожорливой оказалась *Aeschna cyanea*, уничтожавшая в экспериментах до 100 личинок комаров из рода *Aedes*. Общая численность их в водоемах ниже двух предыдущих групп гидробионтов.

5. ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИСПЫТАНИЮ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

5.1. Испытание бактерий группы *Bacillus thuringiensis* серотип I4 против личинок комаров

В период проведения исследований (1980 г.) еще не было промышленного производства В.т. Н-14 и поэтому все эксперименты проводились с лабораторно выращенными культурами.

Для определения минимальной эффективной дозы, вызывающей 100% гибель личинок комаров родов *Aedes*, *Anopheles* и *Culex* в степной, лесостепной и горно-лесной зонах, использовали различные дозы бактериальных клеток в 1 мл воды ($120 \cdot 10^3$, $240 \cdot 10^3$, $325 \cdot 10^3$, $390 \cdot 10^3$, $420 \cdot 10^3$, $455 \cdot 10^3$, $490 \cdot 10^3$). Минимально эффективной дозой для водоемов степной и лесостепной зон оказалась $390 \cdot 10^3$ бактериальных клеток, вызывавшая 100% гибель личинок комаров родов *Aedes*, *Anopheles* и *Culex*. При этом выяснилось, что личинки комаров младших стадий (I-II) развития более восприимчивы к действию В.т. Н-14, по сравнению со старшими стадиями развития (III-IV). Куколки комаров, как не питающаяся фаза, не были восприимчивы к В.т. Н-14.

Колебание температуры воды в водоемах в пределах от 5° до 25°C существенного влияния на действие В.т. Н-14 не оказывало.

Губительное действие бактерий на личинок комаров сохранялось в водоемах в течение трех суток.

5.2. Интродукция мермитид *Romanomermis altaica*

С целью определения возможностей практического использования мермитид *R. altaica* для борьбы с личинками комаров группы "communis" и "cantans" проводились эксперименты по их расселению во внутризональном (в горно-лесной зоне) и межзональном (из горно-лесной в лесостепную зону) вариантах.

В любом случае при расселении принимались во внимание следующие условия: правильный подбор биотопов, аналогичных с их естественными местами обитания, наличие в водоемах высокой численности восприимчивых хозяев, время внесения и выбор вариантов заразного начала с целью синхронизации сроков развития паразита и хозяина.

Соблюдая эти условия, внутризональное расселение мермитид проводилось в течение мая и июня 1978-1979 гг. в 29 водоемов (открытые, полузатененные, затененные) Южного Алтая, свободных от этих паразитов. В качестве инвазионного начала применялись препаразитарские, паразитарские и постпаразитарские стадии мермитид.

Первые инвазированные особи зарегистрированы на второй год после внесения заразного начала в водоемы, — первоначально в водоемах открытого типа с экстенсивностью заражения 23%, затем и в других типах — полузатененном (17%) и затененном (11%). Дальнейшие наблюдения показали, что мермитиды прижились в большинстве водоемов, поражали всех личинок комаров рода *Aedes*, причем из года в год экстенсивность инвазии увеличивалась и достигла 86%.

Все варианты инвазионного начала при внутризональном расселении дали положительные результаты, однако лучшим вариантом оказалось использование паразитарских (в личинках комаров) и постпаразитарских мермитид. Видимо, адаптация мермитид к новым условиям обитания лучше происходила в тех случаях, когда постпаразитарские стадии могли завершить в естественных условиях свой цикл развития.

Межзональное расселение мермитид проведено в пойму среднего течения Иртыша в течение мая и июня 1978-1979 гг. Основными условиями для интродукции явились те же, что и при внутризональном расселении, но при этом учет синхронизации сроков развития моноциклических видов комаров и мермитид и наличие восприимчивого хозяина в новом биотопе являлись ведущими. Положительные результаты межзонального приживания мермитид получены лишь через два года, когда

были обнаружены единичные зараженные особи личинок комаров *Aedes taeniorhynchus*, являющихся в данном регионе одним из массовых. На третий год заражение составляло 0%. Приживление мермитид произошло в тех водоемах, где в качестве инвазионного начала использовался комплекс из зараженных личинок и постпаразитических мермитид.

5.3. Интродукция личинкоядных рыб *Oryzias latipes*

Учитывая большую экологическую пластичность этого ларвифага, показанную на юго-востоке Казахстана, проведена попытка его акклиматизации в северо-восточном регионе республики.

Интродукция проводилась в мае 1979 г. в открытые и полупостоянные водоемы близ городов Семипалатинска и Экибастуза. Личинкоядные рыбы прижились лишь в открытых постоянных водоемах. За год приживления и последующего размножения они значительно снизили численность личинок комаров (с 4892 до 18 экз. на кв. м площади) в местах интродукции, но для их использования во временных и полупостоянных местах вылода комаров необходимо было ежегодное весенне-летнее расселение.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ БИОРЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С КРОВООСОСЫМИ КОМАРАМИ

Рекомендации составлены отдельно для кулицидопатогенной мермитиды *Romanometria altaica* и для личинкоядной рыбы *Oryzias latipes*. В них приводятся краткие сведения о циклах развития, экологии, регуляторном потенциале, способах и времени расселения. Приводятся варианты их рационального использования для оптимизации системы мероприятий по ограничению численности личинок комаров.

7. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Многолетними стационарными и маршрутными исследованиями, проведенными в различных участках Северо-Восточного Казахстана, выявлены различные группы биорегуляторов массовых видов комаров и мощей и определены уровни их возможного влияния на численность пред- и имагинальных фаз развития этих кровососов. Прежде всего, результаты исследований говорят о оравнительной обедненности общего количества патогенных и хищных организмов в исследованном регионе, по сравнению с прилегающей к нему территорией Юго-Восточного Казахстана. Объяснить это можно двумя основными факторами: ~~обедненностью~~

ческим и антропогенным.

В отношении первого фактора полученные данные подтверждают мнение А.М.Дубицкого (1978), что с юга на север в значительной мере уменьшается как само количество различных групп биорегуляторов численности кровососущих двукрылых, так и уровень их регуляторного значения. Объясняется это суровостью зимних условий и непродолжительностью теплого летнего периода, лимитирующими возможности массового размножения многих полициклических групп энтомопатогенных организмов (вирусы, бактерии, грибы, простейшие). В пользу этого говорят данные об обнаружении эпизоотии радужного вируса комаров и микроспоридий мошек лишь в хорошо прогреваемых водоемах Семипалатинской и Павлодарской областей.

Для этих двух патогенов, как известно, возможны два пути циркуляции в популяциях хозяев: вертикальный (заражение трансвариальным путем) и горизонтальный (заражение алиментарным или транскутантным путем). Как показали проведенные исследования, основным путем сохранения и передачи заразного начала в изученных популяциях комаров и мошек являлась трансвариальная трансмиссия и лишь в конце теплого сезона года к ним добавлялось непосредственное заражение патогенами, освободившимися из погибших особей предыдущей генерации. Однако это давало лишь небольшое увеличение общего процента зараженности популяции, после чего опять наступал неблагоприятный для развития хозяев и поражающих их патогенов холодный период года. Таким образом, годовой цикл взаимоотношений патоген-хозяин оказывался замкнутым на примерно одинаковом уровне зараженности естественных популяций.

Проведенные экспериментальные работы показали, что при искусственном заражении личинок комаров радужным вирусом процент заражения опытных партий хозяев можно увеличить до значительных пределов (54%).

Это всецело подтверждает полученные ранее данные отечественных (Торыбаев, Дубицкий, 1971; Дзержинский, 1973; Дзержинский с соавт., 1976; Топчий с соавт., 1974) и зарубежных исследователей (Linley, Nielson, 1968; Woodard, Chapman, 1968; Matta, Lowe, 1970; Chapman et al., 1971) о том, что различные штаммы радужного вируса комаров, изученные в различных странах мира, не обладают высоковирулентными свойствами по отношению к хозяевам и для их практического использования нужна дальнейшая поисковая или экспериментальная работа как по от-

бору более вирулентных штаммов, так и по возможному усилению существующих.

Все вышесказанное в отношении радужного вируса комаров в равной степени относится и к обнаруженному в исследованном регионе микроспоридиозу мошек, который сам по себе не показывает высокой эффективности в снижении численности естественных популяций этих насекомых, однако в отечественной литературе имеются сведения, что в популяциях мошек, пораженных одновременно микроспоридиями, антропопатогенными грибами и мермитидами процент естественной гибели развивающихся личинок очень высок и эффективен (Дубицкий, 1978).

На данном этапе из числа выявленных агентов биологического контроля численности объектов борьбы, на наш взгляд, самым эффективным в борьбе с предимагинальными стадиями кровососущих комаров оказались мермитиды *Romanomermis altaica*, вызывающие гибель своих хозяев до 94%. За сравнительно короткий срок этот паразит личиночной фазы комаров перезаразил самостоятельно множество микропопуляций и показал хорошие возможности при искусственном перезаражении путем расселения различных фаз его развития.

Основываясь на этом, а также на знании экологической ситуации в пойме Иртыша в Семипалатинской области, было решено произвести попытку межзонального расселения этой нематоды. Наш опыт внутризонального расселения показал, что для быстрого перезаражения популяций личинок комаров, наиболее эффективным является внесение субстрата с отложенными яйцами гельминта и вода с вышедшими паразитическими личинками. Естественно, что для межзональной интродукции этот вариант был не пригоден, т.к. нужны были строго соответствующие условия для его осуществления (быстрая перевозка в охлажденном состоянии, наличие восприимчивых стадий развития хозяев и др.). Поэтому решено было использовать более длительно действующий вариант с расчетом на приживляемость в новых условиях постпаразитических особей. Последние и были использованы для интродукции мермитиды из Южного Алтая в пойму реки Иртыш. Расчет был сделан на экологическую пластичность самого патогена и его неспецифичность к поражению других видов, но с подобным жизненным циклом развития.

Результаты проведенной работы подтвердили правильность избранного варианта, т.к. мермитиды, прижившись в новых условиях, вызвали заражение новых видов комаров, относящихся также к моногамным.

ными представителям рода *Aedes*, но уже к группе поздневесенних видов.

Определение роли хищных гидробионтов (водные клопы, водные жуки, личинки стрекоз) в снижении численности личинок комаров степной и лесостепной зон показало, что они имеют большое значение, но вследствие их малочисленности в весенний период большая часть популяций ранне- и поздневесенних видов, выплаживающихся в это время, оказывается не регулируемой. Соответственно этому, их роль как биорегуляторов возрастает к концу летнего периода и в это время они уже значительно подрывают популяции полициклических видов комаров родов *Anopheles* и *Culex*.

К числу недостатков хищных водных членистоногих, снижающих их роль как биорегуляторов, следует отнести также более длительный период их развития (в два-три раза дольше, чем у личинок комаров) и невозможность искусственного размножения. Таким образом, при хорошей регуляторной способности, они как бы не успевают наращивать свою численность в соответствии с численностью комаров, опережающих их по скорости и массовости развития.

В соответствии с этим, как бы напрашивалось предложение о необходимости снижения численности личинок комаров первых генераций для последующего приведения ее в соответствие с возрастающей по времени регуляторной способностью хищных гидробионтов.

Такая возможность представилась с появлением специфичного для комаров и мошек спорообразующего штамма *Bacillus thuringiensis* Н-14. В 1978 году еще не были известны потенциальные возможности этого патогена, поэтому в исследуемом регионе было испытано его действие на личинок комаров по сравнительной методике. Эти эксперименты показали, что все испытанные виды комаров оказались восприимчивыми к этому патогену. Температура воды существенного значения на действие *B.t. H-14* не оказывала, однако с ее понижением срок наступления летального действия удлинялся.

Эксперименты по интродукции личинкоядных рыб *Oryzias latipes* в Семипалатинскую и Павлодарскую области, проведенные по просьбе санэпидстанций, хотя и продемонстрировали экологическую пластичность этого вида, но вместе с тем показали, что в зимний период рыбы могут переживать лишь только в открытых водоемах глубиной не более 1,5 м в степной и лесостепной зонах. В соответствии с этим была разработана тактика их применения. Для зимнего периода под-

были водоемы-рибодоитыки соответствующего типа, небольшого размера и без хищных рыб (щука, окунь и др.), а весной проводилось расселение оризисов по местам выплода комаров. Несмотря на такие трудности, использование рыб в борьбе с комарами все же являлось оправданным, т.к. они могли контролировать численность личинок в относительно загрязненных, засоленных, хорошо прогреваемых водоемах с высокими показателями рН и низким содержанием кислорода.

Оценивая проделанную работу по поиску и оценке местных видов биорегуляторов в целом, нельзя обойти и тот факт, о котором мы упоминали в начале этого раздела - загрязненность внешней среды остатками пестицидов, применяемых для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур и кровососущими двукрылыми. Регион, где проводились исследования, является одним из насыщенных в Казахстане различными предприятиями, выбрасывающими во внешнюю среду самые разнообразные виды отходов. Водная среда, как известно, является хорошим аккумулятором таких остатков. И, естественно, все развивающиеся или обитающие в ней виды, если не погибают от уровня металлической концентрации, то становятся носителями этих химических остатков. Для них это прямой путь к развитию резистентности к химическим пестицидам в течение последующих генераций, с чем мы и сталкиваемся в настоящее время.

Однако в худшем положении оказываются питающиеся ими хищные организмы, которые съедая большое количество пищи с аккумулированными ядами, отравляются сами. Ведь ослабленные или поглощающие от ядов насекомые становятся более легкой добычей для хищников. Таким образом, в нашем случае мы могли столкнуться в исследованиях именно с таким вариантом.

Это же в равной степени относится и к энтомопатогенным организмам, но за счет других взаимоотношений. Для длительно действующих патогенов нужна постоянная циркуляция в природе, осуществляемая за счет размножения в хозяевах. При "выбивании" этого звена совсем или снижения численности хозяев происходит разрыв цепи паразит-хозяин и патогены, не обладающие длительной сохраняемостью во внешней среде, гибнут.

ВЫВОДЫ

1. Изучение массовых видов комаров и мошек с типизацией мест их выплода и с оценкой роли обнаруженных в них биорегуляторов показало неравномерность влияния последних на численность популяций

этих кровососов с общей тенденцией к снижению от горно-лесного эколого-фаунистического комплекса к степному.

2. В различных ландшафтно-экологических условиях региона выявлены 3 вида микрорегуляторов (вирусы, микроспоридии, мермитиды) и 10 видов макрорегуляторов (водные жуки, водные клопы, личинки стрекоз).

3. Впервые в Казахстане обнаружена, описана и изучена редкая разновидность бирюзового радужного вируса комаров с экстенсивностью поражения естественных популяций личинок *Aedes* от 4,7 до 18%. В экспериментах получено инфицирование с более высоким процентом заражения (16-54), зависящим от количества заразного начала. Виды комаров родов *Anopheles* и *Culex* не заражались.

4. Микроспоридия *Nosema stricklandi*, ранее не регистрировавшаяся в СССР, паразитирует в популяциях личинок мошек *Oedania ornata* и *O. ferganica* с экстенсивностью инвазии от 0,3 до 15,9%. У личинок *O. ornata* отмечается два пика зараженности (июнь, август), а у личинок *O. ferganica* наблюдается фоновая зараженность на протяжении всего теплого периода года.

5. В высокогорной зоне Южного Алтая (Рахмановские ключи) детально изучен макроочаг, включавший 54 микроочага комаров рода *Aedes*, вызванный мермитидой *Romanomeria altaica*. За четыре года (1977-1980) инвазия естественно и с помощью искусственного перезаражения водоемов распространилась по большинству мест выплода комаров этого рода, вызывая в зависимости от типов водоемов 28-94% гибели популяции (в среднем 52%).

6. Изучение жизненного цикла *Romanomeria altaica* показало, что это моноциклический вид, развитие которого синхронизировано с фенологией ранневесенних видов рода *Aedes*. Препаразитические личинки появлялись в воде с середины мая, паразитическая фаза развивалась с конца мая до начала июля. В одной особи хозяина паразитировала от 1 до 12 нематод, чаще 2-4. Индекс обилия составлял соответственно от 1,7 до 3,8 паразитов на хозяина. Выход мермисов приводит к обязательной гибели личинок комаров. Постпаразитические личинки углубляются в придонный субстрат, дважды линяют, превращаясь в половозрелых особей и после копуляции в самках происходит формирование яиц, завершающееся к концу зимы.

7. Эксперименты по внутризональному и межзональному расселению *R. altaica* показали, что наилучшим вариантом перезаражения

водоемов является использование комплекса паразитических (в личинках комаров) и постпаразитических стадий. При этом происходит лучшая адаптация паразитов к новым условиям. При внутрizonальном расселении заражение новых стадий наблюдается уже на следующий год, а при межzональном — лишь на 2-3 год.

8. Впервые на северо-востоке Казахстана проведена оценка штаммов *Bacillus thuringiensis* H-14 для борьбы с комарами, показавшая, что все испытанные виды комаров оказались восприимчивыми к этому патогену. Температура воды существенного значения на действие B.t. H-14 не оказывала, однако с ее понижением срок наступления летального действия удлинялся. На гидробионтов этот патоген не действовал.

9. В местах массового выплода комаров изучена регуляторная роль 5 видов водных жуков, 3 видов водных клопов и 2 видов личинок стрекоз. Наиболее эффективными оказались личинки стрекоз *Aeschna cyanea*, затем (в убывающей последовательности) водные жуки *Acilius sulcatus* и клопы *Notonecta glauca*.

10. С целью определения возможности использования на северо-востоке Казахстана личинкоядной рыбы *Stuzias latipes* проведена ее интродукция в водоемы Семипалатинской и Паалодарской областей. Адаптация прошла успешно лишь в хорошо прогреваемых постоянных неглубоких водоемах. В этих местах при расселении подтверждена их высокая ларвицидная активность в снижении численности личинок малярийных и немалярийных комаров.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Рахимбаева К.Т. О создании очага мермитидоза комаров в пойме среднего течения Иртыша// Материалы конференции молодых ученых Института зоологии, посвященной 60-летию Великого Октября.— Алма-Ата.—1978.— С.61.

2. Дубицкий А.М., Саубенова О.Г., Черкашин А.Н., Лухменева О.П., Рахимбаева К.Т. Результаты полевых испытаний эффективного для борьбы с комарами штамма бактерий *Bacillus thuringiensis* серотип I4// Деп. в ВИНТИ, № 2645.—Алма-Ата, 1980.— 12 с.

3. Рахимбаева К.Т. Водные клопы (Heteroptera) — естественные регуляторы численности личинок комаров в пойме Иртыша// Фауна и биология патогенных и хищных организмов — регуляторов численности вредных беспозвоночных.— Алма-Ата.—1982.— Деп. в ВИНТИ, № 6349.— С.104-110.

4. Рахимбаева К.Т., Торнбаев Х.К. Обнаружение бирюзового радужного вируса комаров на севере Казахстана// Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.-1984, № 4.- С.49-51.

5. Рахимбаева К.Т., Губайдуллин Н.А. К биологии и экологии мермитиды *Romanomermis altaica* (Nematoda, Mermithida)- паразита комаров// Деп.в ВИНИТИ, № 4481.-1986.- 18 с.

Рач