

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ

На правах рукописи

Черкашин
Александр Николаевич

ДЕЙСТВИЕ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ И КАРБАМАТНЫХ
ИНСЕКТИЦИДОВ НА ЛИЧИНОК КРОВОСОСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ

Специальность 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, 1977

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ

На правах рукописи

Черкашин
Александр Николаевич

ДЕЙСТВИЕ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ И КАРБАМАТНЫХ
ИНСЕКТИЦИДОВ НА ЛИЧИНОК КРОВООСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ

Специальность 08.00.19 - паразитология

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Алма-Ата, 1977

Работа выполнена в Институте зоологии Академии Наук
Казахской ССР

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

Официальные оппоненты

доктор биологических наук, профессор В.В.Шевченко
Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Ж.С.Смагов

Ведущее учреждение - Всесоюзный научно-исследовательский
институт ветеринарной санитарии (ВНИИС)

Защита диссертации состоится "24" июня 1977 г. в 14-00 часов
на заседании Специализированного совета Д-008.17.01 при
Институте зоологии Академии наук Казахской ССР

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
зоологии Академии Наук Казахской ССР

Автореферат разослан "20" мая 1977 г.

Адрес: 480032 Алма-Ата, 32. Академгородок,
Институт зоологии АН КазССР

Ученый секретарь Специализированного совета,
кандидат биологических наук *Соболева* Т.Н.Соболева

А к т у а л ь н о с т ь п р о б л е м ы. Вред, причиняемый кровососущими двукрылыми насекомыми — комарами, мокрецами, мошками, слепнями огромен. Являясь назойливыми кровососами, они мешают трудиться и отдыхать людям. Места выплода этих насекомых часто приурочены к местам выпаса животных. Выплаживаясь в течение всего летнего периода, гнус нападает на животных, что приводит к снижению их продуктивности. Кроме того, кровососущие двукрылые являются переносчиками многих вирусных, бактериальных и протозойных заболеваний человека и животных.

Об актуальности борьбы с кровососущими насекомыми говорится в постановлениях Совета Министров СССР за № 993 от 31 октября 1967 года и Государственного Комитета Совета Министров СССР по науке и технике за № 326 от 26 сентября 1967 года "О мероприятиях по защите населения и сельскохозяйственных животных от гнуса и других вредных насекомых и клещей".

Для снижения численности гнуса и вредителей сельского хозяйства многие годы применяли инсектициды длительного остаточного действия, относящиеся к группе хлорорганических соединений. Однако систематическое и массовое использование этих препаратов привело к загрязнению ими или продуктами их распада окружающей среды, к появлению устойчивых рас насекомых, а учитывая аккумулятивную способность препаратов этой группы и к отравлению полезных животных. В связи с этим санитарные органы ограничили применение этих препаратов.

В качестве заменителей хлорорганических инсектицидов в настоящее время применяются и испытываются фосфорорганические и карбаматные инсектициды, выгодно отличающиеся от первых быстрым разложением на нетоксичные компоненты и неспособные накапливаться в

тканях растений и животных.

Вышедшие в 1971 году "Основы водного законодательства СССР и сопредельных республик" определяют мероприятия, направленные на охрану водоемов от загрязнения, в том числе и пестицидами. Прежде всего сюда относится использование быстро разлагающихся соединений и применение дозировок, строго рассчитанных на уничтожение кровососов.

Ц е л ь и з а д а ч и и с с л е д о в а н и й. У ч и т ы в а я общую тенденцию разумного и осторожного применения инсектицидов, требующего всесторонних знаний по этому вопросу, целью настоящей работы являлось изучение закономерностей токсического действия фосфорорганических и карбаматных инсектицидов на личинок кровососущих двукрылых в зависимости от биотических и абиотических факторов и выбора на основании этого перспективных соединений, форм, методов и дозировок их использования.

В задачи исследований входило:

Определение чувствительности личинок кровососущих двукрылых (комаров, мокрецов и слепней) к фосфорорганическим и карбаматным инсектицидам в зависимости от видовой и возрастной принадлежности.

Изучение закономерностей влияния абиотических факторов среды (температурный режим, органические примеси, щелочность и степень минерализации воды, роль субстрата) на токсическое действие фосфорорганических и карбаматных инсектицидов.

Определение степени токсичности испытанных препаратов для полезных гидробионтов.

Выяснение возможности совместного применения химического метода с микробиологическими препаратами и личинкоядными рыбами.

Проведение испытаний этих инсектицидов в природных условиях и отработка дозировок для практического применения в системе интегрированных мероприятий.

Работа выполнена в лаборатории биологических методов борьбы с гнусом Института зоологии АН КазССР.

Объекты исследования. Изучению и проверке подверглись десять фосфорорганических инсектицидов (абат, байтекс, корал, дурсбан, диазинос, дибром, карбофос, трихлорметафос-3, тролен и фталофос) и два карбаматных (севин и дикрезилловый эфир), выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью. Исследования осуществлялись в период с 1969 по 1975 годы с апреля по сентябрь в аридной зоне Казахстана (Алма-Атинской, Талды-Курганской и Чимкентской областях). За период работы было поставлено 4148 лабораторных опытов, из них: с фосфорорганическими препаратами 3689, с карбаматными - 459. Испытания в естественных условиях (ямы-копанки, водоемы) включали 912 опытов, из них 850 с фосфорорганическими и 62 с карбаматными. В лабораторных экспериментах использовано более 180 тысяч личинок кровососущих комаров родов *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* и *Culiseta*, мокрецов рода *Culicoides* и слепней рода *Tabanus* и более 10 тысяч других гидробионтов.

Методика исследований. Для постановки лабораторных экспериментов личинок кровососущих комаров отлавливали в природных условиях. Сбор личинок комаров проводили по общепринятой методике (Мончадский, 1951, 1952; Дубицкий, 1970). Испытание токсического действия инсектицидов на личинок комаров осуществляли по модифицированной методике Всемирной организации здравоохранения (доклад 265, 1964), А.М.Дубицкого и Н.С.Лук

(1970) и методическим указаниям, утвержденным Министерством здравоохранения СССР (1970).

Личинок мокрецов собирали по методике В.М. Глухой (1971). Определение чувствительности личинок мокрецов к инсектицидам проводили по разработанной нами методике. В стеклянные сосуды помещали по 150 г придонного слоя почвы (ила) без личинок мокрецов и добавляли по 79 мл воды. Сюда же вносили по одному мл спиртового раствора инсектицида соответствующей концентрации. Через 15 минут в приготовленные растворы помещали по 25 личинок мокрецов с 20 мл воды. Во втором варианте экспериментов вместо ила вносили равное ему количество песка без илистых примесей, а третий вариант заключался в определении чувствительности личинок к инсектицидам в воде без добавления ила или песка. Учитывая экологические особенности личинок мокрецов лабораторные сосуды устанавливали наклонно, чтобы небольшая часть ила или песка выступала из воды. Результаты опытов проверяли через 24 часа путем создания в экспериментальных сосудах 50%-ной концентрации раствора перекиси водорода. При тщательном перемешивании личинки мокрецов всплывали на поверхность раствора, где их вылавливали кисточкой и подсчитывали. Опыты ставились в четырех повторностях.

Личинок слепней рода *Tabanus* отлавливали в природных условиях. Определение их чувствительности к инсектицидам проводили по модифицированной методике, предложенной Всесоюзным научно-исследовательским институтом ветеринарной санитарии (Непоклонов, Таланов, 1966). Влажную почву из водоема, не содержащую личинок слепней, размешивали по 50 г, вносили раствор инсектицида и тщательно перемешивали. В каждый сосуд помещали по пять личинок слеп-

ной роде *Tabanus*. Через 24 часа проверяли результаты.

На первом этапе исследований были выявлены наиболее эффективные ларвициды из числа всех испытанных препаратов, что позволило перейти к более детальному изучению их токсических свойств, а также провести эксперименты, устанавливающие зависимость действия этих инсектицидов от влияния биотических и абиотических факторов. Все эксперименты проведены по единой схеме, включающей изучение чувствительности различных групп кровососущих двукрылых (комары, мокрецы и слепни); родовой чувствительности - на примере личинок комаров родов *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* и *Culiseta*, видовой - на личинках комаров рода *Aedes*, возрастной - на личинках комаров *Culex modestus* и *Aedes caspius*. Роль каждого из абиотических факторов проверялась при различных его параметрах. Так например, если изучалось влияние температуры воды, то эксперимент, при прочих равных условиях, проводился при различной степени прогреваемости воды (при 12,5, 20,0 и 27,5⁰C), но при одинаковых физико-химических показателях воды.

В полевых условиях инсектициды испытывали в ямах-копанках 1-4 м² и в естественных водоемах площадью от 1 до 5000 м² водной поверхности, отличающихся различной степенью прогреваемости, зарастаемости водной и надводной растительностью, минерализацией воды и глубиной. Результаты токсического действия инсектицидов определяли сравнением численности личинок комаров в водоемах до внесения препарата и через 24 часа после обработки. Кроме того, учитывали изменение численности личинок в контрольном водоеме. Численность заселяющих водоем личинок комаров определяли по общепринятой методике (Дубицкий, 1970). Обработку проводили из гидропульта ГШ-2 или автоматом.

Эксперименты с личинками мокрецов в природных условиях ставили в изолированных от основного водоема участках площадью 2-3 м², из которой 1 м² приходился на прибрежный субстрат. Учет плотности личинок мокрецов проводился с помощью кювета 18 x 18 см. Результаты обработки регистрировали через 24 и 72 часа.

Полученные результаты подвергались математической обработке с помощью пробит-анализа, описанного J.T.Litchfield and F.Wilcoxon (1949).

Химические анализы воды проводились в Центральной химической лаборатории Министерства геологии КазССР.

Научная новизна результатов и следовании. Впервые для исследуемого региона установлена неравнозначная чувствительность к фосфорорганическим и карбаматным инсектицидам личинок комаров, мокрецов и слепней, вскрыта многообразная зависимость действия этих препаратов от биотических и абиотических факторов. На основании полученных результатов разработаны рекомендации по практическому применению оптимальных доз инсектицидов в водоемах различных типов, исключающие излишнее загрязнение внешней среды и обеспечивающие подходящий эффект.

Установлена степень токсичности каждого из испытанных препаратов для полезных гидробионтов и рекомендованы безопасные для них варианты использования инсектицидов в местах массового выплода кровососущих насекомых. Для закрепления достигнутого эффекта испытаны варианты совместного применения личинкоядных рыб *Aploncheilus latipes* и инсектицидов.

Практическая ценность работы. Установленные оптимальные дозировки для борьбы с кровососущими комарами и мокрецами позволяют без ущерба для окружающей среды

применять фосфорорганические и карбаматные инсектициды в условиях аридной зоны Казахстана. Выяснение общих закономерностей токсического действия инсектицидов дает возможность корректировать применяемые дозы в зависимости от биотических и абиотических факторов среды, что ведет к правильному расходу высокотоксичных соединений в различных условиях.

Совместное использование рыб (*Aplocheilus latipes*) и инсектицидов обосновывает новый способ их практического применения. В этом случае не только достигается положительный эффект и сокращается расход дорогостоящих препаратов, но и уменьшается количество подсаживаемых личинкоядных рыб, необходимое для последующего контроля водоемов от заселения их комарами.

Полученные сведения вошли в разработанную в лаборатории биометодов Института зоологии АН КазССР систему интегрированных мероприятий по борьбе с гнусом.

А п р о б а ц и я р а б о т ы. Основные материалы диссертационной работы доложены:

- на III научно-теоретической конференции молодых ученых Академии наук КазССР (Алма-Ата, 1975).
- на конференции "Животный мир Казахстана, его развитие, преобразование и охрана" (Алма-Ата, 1975).
- на заседании общества паразитологов Казахстана (Алма-Ата, 1976)
- на производственных совещаниях лаборатории биологических методов борьбы с гнусом (1978, 1975).

П у б л и к а ц и я р е з у л ь т а т о в и с с л е д о в а н и й. Основные положения диссертации изложены в семи печатных работах.

Структура и объем работы. Диссертация написана на русском языке на 149 страницах машинописного текста: включает 11 таблиц, 17 рисунков и 112 литературных источников. Она состоит из научно-аналитических глав, обсуждения результатов исследований, выводов и приложения. В приложении приведены документы по полупроизводственным испытаниям перспективных для борьбы с личинками кровососов инсектицидам.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ВОПРОСА

Обзор литературы отражает значение фосфорорганических и карбаматных инсектицидов как средств борьбы с кровососущими двукрылыми.

II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Отражает объем проделанной работы и методики, использованные для достижения поставленных задач.

III. ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ФОСФОРГАНИЧЕСКИХ ИНСЕКТИЦИДОВ НА ЛИЧИНОК КРОВСОСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Реферлируемая глава содержит три подраздела, т.к. испытанные нами фосфорорганические инсектициды относятся к производным трех кислот: тиофосфорной (абат, байтекс, диазинон, дурсбан, корал, трихлорметафос-З и тролон); дитиофосфорной (карбофос и фталофос) и фосфорной (дибром).

Результаты исследований показали, что наиболее чувствительными к фосфорорганическим инсектицидам являются личинки комаров

(сем. Culicidae), второе место занимает личинки мокрецов рода Culicoides , а самой низкой чувствительностью отличаются личинки слепней рода Tabanus.

Изучение родовой чувствительности личинок комаров показало, что самыми восприимчивыми к действию инсектицидов были личинки видов рода Culex . $СК_{50}$ и $СК_{90}$ оказались для них минимальными. Личинки видов рода Anopheles занимали второе место, их устойчивость в 1,5-2,0 раза превышала таковую личинок Culex . На третьем месте находились личинки видов рода Aedes, чувствительность которых была в 1,6-8 раз ниже по сравнению с личинками видов рода Culex . Самой низкой чувствительностью характеризовались личинки видов рода Culiceta, которые в 5,6-10 раз были устойчивее комаров рода Culex . Однако следует отметить, что в экспериментах с дибромом наиболее восприимчивыми оказались личинки Ae. caspius.

Изучение видовой чувствительности к инсектицидам проводилось в опытах с личинками комаров рода Aedes (Ae. caspius , Ae. stramineus , Ae. flavescens). Оказалось, что наиболее чувствительными, к большинству испытанных препаратов являются личинки комаров Ae. caspius (таблица I). Чувствительность личинок Ae. stramineus была более чем в 1,5-2 раза ниже по сравнению с личинками Ae. caspius . Однако в экспериментах с карбофосом и сернистым эфиром зависимость нарушалась, т.к. в этих случаях личинки Ae. stramineus были более чувствительными. Для личинок Ae. flavescens все испытанные препараты оказались менее токсичными и чувствительность этого вида комаров отличалась от таковой у Ae. caspius более чем в 8 раз.

Таблица I

Чувствительность различных представителей кровососущих
двукрылых к инсектицидам

Вид личинок	СК ₅₀ в час-	СК ₉₀ в час-	Ковффициент регрессии
	тях на млн	тях на млн	
	P = 0,05		
Д у р о б а н			
<i>Cx. modestus</i>	0,00109	0,00324	2,24+0,29
<i>Ae. caspius</i>	0,00191	0,00691	2,52+0,81
<i>Ae. stramineus</i>	0,00204	0,00792	2,78+0,38
<i>Ae. flavescens</i>	0,0252	0,00911	2,82+0,30
<i>An. hyrcanus</i>	0,00110	0,00302	2,81+0,39
<i>Os. alaskaensis</i>	0,00288	0,0100	3,35+0,43
<i>Culicoides nubeculosus</i>	0,00088	0,00390	4,05+0,95
<i>Tabanus sp.</i>	0,854	1,0220	2,49+0,77
К а р б о ф о с			
<i>Cx. modestus</i>	0,0141	0,00525	2,28+0,42
<i>Cx. pipiens</i>	0,00170	0,00645	2,94+0,54
<i>Ae. caspius</i>	0,00479	0,0417	3,34+0,99
<i>Ae. stramineus</i>	0,00282	0,0158	3,95+0,71
<i>Ae. flavescens</i>	0,00870	0,0331	2,90+0,25
<i>Os. alaskaensis</i>	0,0151	0,0380	2,04+0,15
<i>Culicoides nubeculosus</i>	0,00380	0,0118	2,14+0,30
О е в и н			
<i>Cx. modestus</i>	0,0363	0,151	3,03+0,12
<i>Cx. pipiens</i>	0,0355	0,126	2,63+0,36
<i>Ae. caspius</i>	0,0602	0,234	2,98+0,21
<i>Ae. stramineus</i>	0,0550	0,192	2,63+0,21
<i>Ae. flavescens</i>	0,120	0,390	2,51+0,15
<i>Culicoides nubeculosus</i>	0,240	0,660	2,18+0,29

Примечание: В таблице приведены данные лишь по трем препаратам, относящимся к различным группам соединений. В диссертации аналогичные сведения приводятся по всем остальным испытанным инсектицидам.

Возрастная восприимчивость личинок к инсектицидам проверялась на комарах *Cx.modestus* и *Ae.caerius*. Общей закономерностью, установленной в лабораторных и в естественных условиях, являлось то, что личинки младших стадий (первой и второй) более чувствительны к инсектицидам по сравнению с особями старших (третьей и особенно четвертой) стадий развития. Эта закономерность наиболее выражена в примере с абатом, оказавшимся высокотоксичным для личинок комара *Cx.modestus*. Если СК₅₀ для личинок I и II стадий составляла 0,000014 частей АДВ на млн, то для личинок III стадии этот показатель соответствовал 0,000252 частям АДВ на млн, а у личинок IV стадии был еще ниже (в 18-20 раз). Аналогичная зависимость действия характерна и для остальных инсектицидов. В естественных условиях эта закономерность выражалась в снижении эффективности дозирок в 2-4 раза для личинок I-II стадий по сравнению с дозами, необходимыми для борьбы с личинками III и IV стадий.

Токсичность инсектицидов находилась в прямой зависимости от температурного режима воды. Увеличение последнего приводило к повышению эффективности всех испытанных препаратов. При низких температурах действие инсектицидов было минимальным. При средней температуре (18-20°C) эффективность инсектицидов увеличивалась в 1,5-2 раза по СК₅₀ и в 2-2,5 раза по СК₉₀. При прогреваемости воды до 25-27,5°C действие инсектицидов было максимальным, при этом СК₅₀ и СК₉₀ снижались в 2,5-5 раз. Аналогичная зависимость прослеживалась и в естественных условиях. С повышением температуры воды оптимальные дозировки можно было снижать в 2-4 раза.

При наличии органических примесей в воде СК₅₀ и СК₉₀ абата, байтекса, тролена, трихлорметафоса-3 и карбофоса снижались в

1,5-2 раза по сравнению с таковыми в чистой воде. На токсичность остальных инсектицидов загрязненность воды не оказывала действия. В естественных условиях наблюдалась аналогичная закономерность, о которой судили по остаточному действию испытанных препаратов. Абат, байтекс и карбофос в сильнозагрязненных водоемах действовали как правило на одни-двае суток дольше, чем в водоемах с чистой водой. У остальных инсектицидов такого явления не наблюдалось.

Сравнение эффективности действия инсектицидов в воде с различным значением pH (7,0 ; 8,0 ; 9,0) показало, что оптимальной для большинства испытанных инсектицидов является вода с нейтральным значением pH. На примере с личинками комара *Cx.modestus* и *Ae.caspius* выяснено, что сдвиг активной реакции воды в сторону щелочности на одну единицу приводил к снижению эффективности байтекса, карбофоса, дурсбана и севина в 1,5-2 раза, при pH 9,0 действие инсектицидов снижалось в 2,5-3 раза. Самым нестойким в щелочной воде оказался дибром, действие которого снижалось в восемь раз, а остаточное действие не наблюдалось вообще. Исключением из всех препаратов являлись абат и диазинон, не менявшие свою токсичность в зависимости от показателя pH. Более того, диазинон, хотя и незначительно, увеличивал свое действие в щелочной воде.

Важным фактором, регулирующим эффективность действия инсектицидов, является степень минерализации воды, которая, по всей вероятности, и обуславливает в значительной мере противоречивость получаемых различными исследователями результатов. В экспериментах с личинками комара *Ae.striamineus* действие инсектицидов было максимальным в слабоминерализованной воде (до 136 мг-экв/л), а с увеличением этого показателя до 215 мг-экв/л снижа-

лось в 1,6-3,5 раза. Очень низким было действие инсектицидов в воде с концентрацией солей, равной 378 мг-экв/л. Линии регрессии, приведенные на рисунке ¹ показывают эту зависимость.

До последнего времени было мало известно о влиянии придонного субстрата (ила или песка) на эффективность фосфорорганических инсектицидов. Специальные эксперименты, проведенные с личинками мокрецов и комаров, показали прямую зависимость токсического действия испытанных инсектицидов от наличия субстрата и его органического состава. Добавление или присутствие песка снижало эффективность препаратов в 1,5-10 раз, тогда как введение ила приводило к еще более значительному снижению токсичности инсектицидов (от 2,5 до 15 раз). Такие значительные различия в деталях концентрациях, можно объяснить почвенной адсорбцией инсектицидов которая усиливалась с повышением содержания органических веществ в субстрате.

Установлена также зависимость продолжительности остаточного действия испытанных инсектицидов. Результаты исследований на личинках комаров показали, что наименьшим остаточным действием, несмотря на первоначально высокую эффективность, обладает абат, байтекс, корал и карбофос. При минимальных из применяемых дозировок, срок остаточного действия составляет двое-четыре суток. Столь же непродолжительным было остаточное действие этих препаратов и при более высоких дозировках. В минерализованной воде препараты дезактивировались еще быстрее. Так, остаточное действие абата и байтекса в водоемах с концентрацией солей в воде равной 598 мг-экв/л сохранилось лишь в течение суток.

Более длительным остаточным действием отличались диазенол, тролон и трихлорметафос-3, срок действия которых колебался от

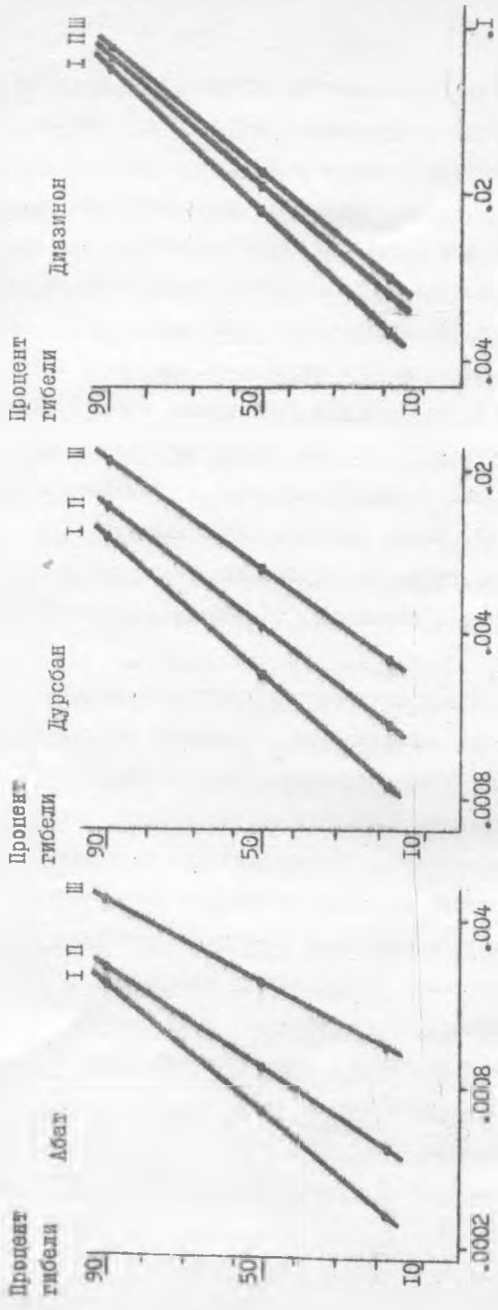


Рис. Действие инсектицидов на личинок комаров *Ae. tritaenaeus* в зависимости от степени минерализации воды (масштаб логарифмический)

- I. концентрация солей в воде 136 мг-экв/л
- II. концентрация солей в воде 215 мг-экв/л
- III. концентрация солей в воде 378 мг-экв/л

КОНЦЕНТРАЦИЯ АДВ В ЧАСТЯХ НА МЛ ИЛИ

шести до девяти суток, а в водоемах с высоким содержанием солей не превышал четырех суток. Самым длительным остаточным действием обладает дурсбан - до 12 суток.

Чтобы избежать введения в биоценозы высокотоксичных инсектицидов, необходимо располагать сведениями о чувствительности к ним не только объектов борьбы, но и массовых обитателей водоемов. Результаты исследований показали, что все испытанные препараты, в дозах, вызывающих полную гибель личинок комаров и мокрецов, были малотоксичными для полезных гидробионтов. По степени токсичности для полезных гидробионтов все испытанные инсектициды можно разделить на три группы. К первой из них относятся препараты, высокотоксичные для объектов борьбы и низкотоксичные для полезных гидробионтов (личинок хирономид, стрекоз, гребляков, гладышей рыб). К ним относятся вбат, байтекс, корал и карбофос.

Ко второй группе относятся тролен, трихлорметафос-3, дибром, фтавофос и севин, токсичность которых для полезных гидробионтов соответствовала, примерно, таковой для объектов борьбы. Эти инсектициды в дозах, вызывающих 100%-ную смертность личинок комаров, частично (от 40% до 82%) губили и личинок хирономид, гребляков, гладышей и стрекоз. На остальных гидробионтов такие концентрации не действовали. Гибель рыб отмечалась лишь от доз, в 250-345 раз превышающих летальные для личинок комаров дозировки.

К последней группе по степени вредности для полезных гидробионтов относятся диазинон и дурсбан. Эти препараты оказались самыми токсичными для большинства испытанных водных животных и отличались от остальных препаратов широким спектром действия. Дозы, вызывающие гибель рыб, лишь в 25-55 раз превышали таковые для личинок комаров.

IV. ТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ КАРФАМАТНЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ
НА ЛИЧИНОК КРОВСОСУЩИХ ДВУКРЫЛЫХ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Из этой группы инсектицидов изучалось токсическое действие севина и дикрезилового эфира. Последний проявлял очень низкую токсичность. Даже одна из высших применяемых дозировок (2,5 частей АДВ на млн) не вызвала полной гибели самых чувствительных, из испытанных групп кровососов (личинок комаров). Для севина в целом наблюдались те же закономерности что и для препаратов выше описанной группы инсектицидов. Наиболее чувствительными к нему по сравнению с мокрецами и слепнями оказались личинки комаров. Второе место занимали личинки мокрецов рода *Culicoides*. Дозировки, вызывавшие 50% и 90% гибель личинок мокрецов в 7,8 раза превышали эти показатели для личинок комаров.

При определении видовой чувствительности оказалось, что личинки *Ae. caspius* устойчивее чем *Ae. stramineus*. Высокой чувствительностью обладали личинки комара *Cx. pipiens*, а самой низкой личинки *Ae. flavescens*, что было характерно и для фосфорорганических инсектицидов (таблица I). Самыми чувствительными к действию севина оказались личинки комаров младших стадий. В опытах с личинками комара *Cx. modestus* СК₅₀ и СК₉₀ для особей I и II стадий развития составляли соответственно 0,0154 и 0,0630 частей АДВ на млн, тогда как для личинок IV стадии того же вида эти показатели чувствительности были более чем в два раза выше.

Изучение действия севина на личинок комаров, в зависимости от температуры воды, показало четко выраженную закономерность повышение эффективности с увеличением прогреваемости воды. Так

если при средней температуре воды 17°C СК₅₀ для личинок комаров *Cx.modestus* составляла 0,0529, а СК₉₀ - 0,2274 частей АДВ на млн, то с повышением температуры воды до 22°C дозировки снижались в 1,5 раза, а при температуре 28°C севина требовалось в 2,1 раза меньше.

В отличие от фосфорорганических инсектицидов, органические примеси и щелочность воды существенного влияния на токсическое действие севина не оказывали. Иначе влияла степень минерализации воды. Наиболее токсичным, подобно фосфорорганическим препаратам, севин оказался в воде с низким содержанием солей (до 136 мг-экв/л). В этом случае для личинок комара *Ae.stramineus* СК₅₀ составляла 0,0550, а СК₉₀ - 0,1910 частей АДВ на млн. При концентрации солей 215 мг-экв/л эффективность севина снижалась в 2,5 раза, а при 378 мг-экв/л в 3,7 раза по сравнению с таковой в слабоминерализованной воде.

По сравнению с результатами экспериментов, проведенных в чистой воде, эффективность севина снижалась в 4,7 раза при добавлении ила в опытах с мокрецами и в 2,2 раза с комарами.

У. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ

Во многих случаях для первоначального снижения численности кровососов в настоящее время используется совместно химический и биологический методы снижения численности кровососов. В лабораторных и в естественных условиях исследовались смеси инсектицидов (корал, фталофос и севин) и микробных препаратов (боверин, энтобактерин, дендробациллин и инсектин), а также определялась

возможность совместного использования инсектицидов и личинкоядных рыб. Проверка ранее рекомендованных сочетаний (Сальников, 1971) энтобактерина с севинном, в дозах 4 грамма микробного препарата и инсектицида - 10 мг АДВ на м² не подтвердила эффективности таких сочетаний. Гибель личинок комаров рода *Aedes* при этом не намного превышала число личинок, погибших в вариантах с одним энтобактерином или севинном. Во всех случаях гибель была в пределах 20% - 26% - 32%. В подобных же экспериментах с комарами рода *Culex* сочетание этих препаратов вызывало гибель 34,9% особей, тогда как от чистого энтобактерина погибало 35,2%, а от севина - 28-46%.

Более перспективным оказалось использование энтобактерина (4 г на м²) и корала (2 мг АДВ на м²) против личинок рода *Aedes*. Это сочетание приводило к полной гибели личинок, тогда как от одного энтобактерина погибало 30%, а от корала - 12% особей. Однако для личинок комаров рода *Culex* эффективность энтобактерина при добавлении корала, с учетом поправки на контроль, увеличивалась на 14%.

Повысить эффективность других микробных препаратов за счет добавления субтоксикантов не удалось. Хотя, например, гибель личинок комаров от инсектина (4 г на м²) и корала (2 мг АДВ на м²) была несколько выше, чем от одного инсектина, однако в целом эффект был незначительным и практического значения не имел.

Более закономерный и четко выраженный положительный эффект был получен для снижения численности кровососущих комаров, при совместном применении личинкоядных рыб (*Aplocheilichthys latipes*) и инсектицидов (абат-500 Е). Каждый из этих компонентов является

действенным и без другого. Однако, в том случае когда применялся один абат (2,5 мг АДВ на м²) восстановление численности личинок комаров наблюдалось на оятые сутки после обработки. Подобная ситуация возникала и при использовании одних только рыб в дозе I экз. на м². Эффективность, при высокой численности личинок комаров (от 2176 до 3008 экз. на м²), наблюдались лишь при концентрации рыб - 6 экземпляров на м² и не ощущалась при обычных сдерживающих нормах - I особь на м². В совместном варианте абата (2,5 мг- АДВ на м²) с рыбами (I экз. на м²) численность личинок комаров не восстанавливалась в течение всего периода. Сочетание химического и биологического методов оказалось выгодно тем, что снижается количество обработок инсектицидами, а применение малых количеств рыб ведет к экономии количества вводимых особей и возникновению устойчивого эффекта.

УІ. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В этом разделе работы, на примерах с личинками кровососущих двукрылых в полемической форме, рассматривается зависимость токсичности испытанных инсектицидов.

Проанализированы причины различной токсичности этих инсектицидов от каждого из рассмотренных факторов, на основе чего даются рекомендации по применению оптимальных дозировок препаратов в водоемах различных типов с поправкой на влияние тех или иных факторов. Сокращенный вариант таких рекомендаций приведен в таблице 2.

Вскрываются причины малой эффективности проверенных сочетаний инсектицидов и микробных препаратов и обосновывается необхо-

Таблица 2

дозировки инсектицидов (в г АДВ на га), рекомендуемые для борьбы с кровососущими двукрылыми в водоемах равнинной и горной частей аридной зоны Казахстана

Инсектицид	Южные районы равнинной части	Центральные и северные районы равнинной части	Горная часть
для личинок комаров			
Абат	10 - 30	20 - 50	15 - 30
Байтекс	30 - 80	50 - 100	50 - 70
Корал	50 - 300	100 - 300	70 - 150
Дурсбан	150 - 200	200 - 250	50 - 100
Карбофос	150 - 500	300 - 600	150 - 300
Дибром	150 - 300	300 - 400	400 - 600
Трихлорметафос-3	200 - 600	300 - 600	200 - 300
Фталофос	500 - 1500	1000 - 2500	700 - 1000
Севин	500 - 2000	1000 - 2000	1500 - 2000
для личинок мокрецов			
Абат	25 - 50	25 - 50	-
Байтекс	50 - 100	50 - 100	-
Корал	50 - 150	150 - 350	-
Карбофос	300 - 500	600 - 1200	-
Трихлорметафос-3	1000 - 1500	1500 - 2000	-
Севин	1500	2500	-
для личинок слепней			
Дурсбан	1000	-	1200
Байтекс	1500	-	2200 - 2500
Карбофос	5000	-	6000
Корал	3600	-	5500

Примечание: минимальные дозировки рассчитаны на открытые хорошо прогреваемые водоемы со слабоминерализованной водой; выше - на водоемы с противоположной характеристикой.

димость совместного использования инсектицидов и личинкоядных рыб (*Aplocheilichthys latipes*).

Обсуждаются варианты наиболее безопасных для внешней среды и полезных гидробионтов ларвицидов.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования выявили высокую зависимость токсического действия испытанных инсектицидов от целого ряда биотических и абиотических факторов, потребовавшей соответствующей корректировки рекомендуемых дозировок.

2. Из трех испытанных групп кровососов наивысшей чувствительностью к инсектицидам обладали личинки комаров. Личинки москитов оказались в 3-5 раз менее чувствительными почти ко всем инсектицидам. Самой низкой чувствительностью характеризовались личинки слепней. Их восприимчивость в 15-3000 раз была меньше по сравнению с личинками комаров.

3. Чувствительность личинок комаров разных родов оказалась неодинаковой к одному и тому же инсектициду. Наиболее чувствительными были представители родов *Culex* и *Anopheles*. Чувствительность личинок комаров рода *Aedes* была в 3,5-4,5 раза (в зависимости от испытываемого препарата) меньше, по сравнению с личинками рода *Culex*. Самой низкой чувствительностью характеризовались личинки рода *Culiseta*, которые в 6-8 раз устойчивее по сравнению с личинками комаров *Culex*.

4. Видовая чувствительность личинок столь же различна. Из комаров рода *Aedes* наиболее чувствительными оказались личинки *Ae. caerius*, средней чувствительностью отличались личинки *Ae. stramineus*, а наименьшей - личинки *Ae. flavescens*. Аналогичные

закономерности наблюдаются и у других видов кровососов.

5. Повышение температуры воды на 12-15⁰С приводило к увеличению токсического действия инсектицидов в среднем в 6,5 раза.

6. Оптимальной для испытанных инсектицидов оказалась среда с нейтральным значением pH (7,0). Повышение щелочности воды (до 9,0) приводило к снижению эффективности большинства инсектицидов в 2-10 раз. Лишь абат и диазинон не меняли своей токсичности в воде с повышенной щелочностью.

7. Наибольшая эффективность препаратов проявлялась в воде с минимальным содержанием солей (до 186 мг-экв/л). С повышением концентрации солей в воде до 378 мг-экв/л летальность снижалась в 5-10 раз.

8. Установлено, что при наличии в водной среде песка ларвицидное действие препаратов снижалось в 1,5-10 раз, а при наличии ила - в 2,5-15 раз.

9. В дозах, вызывающих 100% смертность личинок кровососущих комаров и мокрецов, абат, байтекс, корал и карбофос безвредны для массовых в исследованном регионе гидробионтов (личинок хиромид, стрекоз, мух львинок, гребляков, гладышей и рыб). Дибром, тролен, трихлорметафос-3 и фталофос в дозах, вызывающих полную летальность личинок комаров и мокрецов приводили к гибели 40-82% личинок хиромид, гребляков, водных жуков и были нетоксичными для рыб.

10. Минимальным остаточным действием (2-4 суток) обладали абат, байтекс, корал, дибром, карбофос. Более длительное остаточное действие (от 6 до 9 суток) имеют диазинон, тролен и трихлорметафос-3. Остаточное действие дурсбана сохранялось в течение 12 суток.

II. Совместное применение сублетальных доз инсектицидов (корал, фталофос и севин) с микробными препаратами (антобактерин, боверин, инсектин и дендробациллин) в целом оказалось малоэффективным. Лишь в отдельных опытах ларвицидное действие антобактерина повышалось на 42% при добавлении сублетальных доз корала.

12. Испытания совместного действия личинкоядных рыб (Гэка на m^2) и абата (2,5 мг АДВ на m^2) показали их высокую эффективность, обуславливающую возможность быстрого первоначального снижения высокой численности личинок комаров и устойчивого закрепления этого эффекта в дальнейшем.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Черкашин А.Н., Дубицкий А.М. Испытание новых инсектицидов в борьбе с личинками комаров на юго-востоке Казахстана. В сб. "Проблемы ветеринарной санитарии", т.Х, М., 1971; стр.244-246.

2. Черкашин А.Н., Дубицкий А.М. Токсическое действие фосфорорганических и карбаматных инсектицидов на личинок *Culex modestus*. В сб. "Проблемы паразитологии", Труды VII науч.конф.паразитологов УССР, часть II, Киев, 1972; стр. 406-408.

3. Черкашин А.Н.. Влияние абиотических факторов среды на токсическое действие фосфорорганических инсектицидов. В сб. "Регуляторы численности гнуса на юго-востоке Казахстана", "Наука" АН КазССР, 1973; стр.125-132.

4. Черкашин А.Н. Токсичность фосфорорганических соединений для личинок мокрецов. В сб. "Регуляторы численности гнуса на юго-востоке Казахстана", "Наука" АН КазССР, 1973; стр. 132-138.

5. Черкашин А.Н., Жук Н.С. Испытание абата в борьбе с личин-

ками комаров на юго-востоке Казахстана. В сб. "Изыскание, изучение и применение в медицинской практике новых инсектицидов", тезисы докладов Всесоюзной конф. М., 1973; стр.213-214.

6. Дубицкий А.М., Саубенова О.Г., Черкашин А.Н. Возможность применения микробных препаратов совместно с сублетальными дозами инсектицидов в борьбе с личинками комаров. В сб. "Изыскание, изучение и применение в медицинской практике новых инсектицидов", тезисы докладов Всесоюзной конференции. М., 1973; стр.83-84.

7. Мельников В.А., Черкашин А.Н., Ушаков В.В. Применение рыб *Aplocheilichthys latipes* и абата 5(Н)-В для борьбы с личинками комаров. "Материалы III научно-теоретической конференции молодых ученых АН КазССР", Алма-Ата, изд. "Наука", часть 2, 1974; 178-180.

Черкашин