



00345 1370

на правах рукописи

ИБРАГИМХАЛИЛОВА
Ильхамья Вейсаловна

**Изучение действия неоникотиноидов и их смесей с пиретроидами на
синантропных насекомых (комнатная муха *Musca domestica*
и рыжий таракан *Blattella germanica*)**

Специальность:
03.00.09 – энтомология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва, 2008

30 ОКТ 2008

Handwritten signature

Работа выполнена в Федеральном государственном учреждении науки
«Научно-исследовательский институт дезинфектологии»
Федеральной службы по надзору в сфере
защиты прав потребителей и благополучия человека

Научный руководитель: доктор биологических наук
Ольга Юрьевна Еремина

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Ганушкина Людмила Алимпьевна
доктор биологических наук, профессор
Чайка Станислав Юрьевич

Ведущее учреждение: ФГУП ВНИИ Химических средств защиты
растений Министерства сельского
хозяйства

Защита состоится «**20**» **11** 2008 г. в «**11**» часов на заседании диссертационного
совета Д.208.040.12 по адресу: 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8 стр. 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московской медицинской академии
им. И.М.Сеченова по адресу: 117998, Москва, Нахимовский пр-т, д. 49.

Автореферат разослан «**17**» **ОКТАБРЯ** 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат медицинских наук,
старший научный сотрудник



Фролова
Александра Александровна

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Органические инсектициды как химические средства борьбы с насекомыми, имеющими медицинское значение, начали применяться с 30-х гг. прошлого века. Первой группой были хлорорганические соединения (ХОС), обладающие замедленным острым действием на насекомых и длительной персистентностью в окружающей среде. В 60-е гг. XX века на смену ХОС пришли быстродействующие фосфорорганические соединения (ФОС) и производные карбаминной кислоты (карбаматы). С 70-х гг. в ассортимент инсектицидов, применяемых против насекомых, имеющих медицинское значение, вошли пиретроиды, занявшие со временем лидирующую позицию. В начале 90-х гг. появились новые группы инсектицидов - неоникотиноиды, фенилпиразолы, пирролы и др. В настоящее время известно 12 групп инсектицидов различного действия, включающих в себя около 100 соединений, которые используются в медицинской дезинсекции (Wagner et al., 2003; Дремова, 2005). Неоникотиноиды являются одной из наиболее быстро развивающихся групп инсектицидов. В настоящее время в России регистрируют новые действующие вещества из этой группы и препаративные формы на их основе.

Механизм действия неоникотиноидов на насекомых является уникальным. Вещества этой группы инсектицидов действуют на постсинаптические никотин-ацетилхолиновые рецепторы нервной системы насекомых. В связи с развитием устойчивости насекомых к часто применяемым инсектицидам необходима ротация как химических групп, так и препаративных форм используемых пестицидов. Для предотвращения развития резистентности и уничтожения устойчивых популяций насекомых целесообразно включение неоникотиноидов в схему ротации инсектицидов при борьбе с синантропными насекомыми.

Цель работы

Оценить особенности действия инсектицидов группы неоникотиноидов и их смесей с пиретроидами на насекомых, имеющих медицинское значение, а также выявить ферменты, участвующие в детоксикации неоникотиноидов.

Задачи исследования

1. Изучение видовой чувствительности комнатных мух и рыжих тараканов к четырем инсектицидам группы неоникотиноидов при контактном и кишечном действии.
2. Изучение проницаемости покровов комнатных мух и рыжих тараканов для неоникотиноидов и обратимости их действия.
3. Изучение вклада ферментных систем в механизм детоксикации неоникотиноидов у комнатных мух и рыжих тараканов косвенным токсикологическим методом.

4. Исследование совместного действия неоникотиноидов в смеси с пиретроидами разного химического строения (на примере перметрина, циперметрина и лямбда-цигалотрина).

Научная новизна

1. Впервые изучена сравнительная видовая и половая чувствительность комнатных мух и рыжих тараканов к четырем инсектицидам группы неоникотиноидов при контактном действии.

2. Впервые найдены видовые отличия в предпочтении пищевых приманок на основе неоникотиноидов.

3. Впервые установлен вклад трех ферментных систем комнатных мух и рыжих тараканов в механизм детоксикации неоникотиноидов.

4. Впервые изучено совместное действие смесей неоникотиноидов с пиретроидами разного химического строения на комнатных мух и рыжих тараканов.

Практическое значение

Разработаны «Методические указания по определению уровня чувствительности насекомых к инсектицидам» (утв. Комиссией по нормированию Роспотребнадзора 03.04.2008).

В ходе выполнения диссертации изучены и рекомендованы для применения в практике медицинской дезинсекции инсектицидные средства: «Рейд приманка для мух. Апельсин» (свидетельство о госрегистрации № 77.99.36.2.У.4133.5.06 от 16.05.2006) и «Шонфидор 20% в.р.к.» (№ 77.99.36.2.У.2808.3.06 от 29.03.2006).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Видовая чувствительность насекомых (комнатных мух и рыжих тараканов) к неоникотиноидам обусловлена особенностями проницаемости их кутикулы для инсектицидов этого класса, активностью ферментных систем, участвующих в детоксикации инсектицидов в теле насекомых, а также их пищевым поведением (аверсия).

2. Аверсия к неоникотиноидам характерна для рыжих тараканов и не проявляется у комнатных мух.

3. Основным путем детоксикации неоникотиноидов в организме насекомых является их окисление монооксигеназами.

4. Смесей неоникотиноидов и пиретроидов на комнатных мух и рыжих тараканов действуют синергистически. Соотношения компонентов в смесях специфичны для каждого вида насекомых и каждой пары компонентов.

Апробация работы. Основные результаты работы были доложены на IX съезде Всероссийского научно-практического общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов "Итоги и перспективы обеспечения эпидемического благополучия населения Российской Федерации" (Москва, 2007); на XIII съезде РЭО (Краснодар, 2007); на Всероссийской научной конференции, посвященной 75-летию НИИД «Актуальные вопросы теории и

практики дезинфектологии» (Москва, 2008); на VI международной конференции по городским вредителям ICUP 2008 (Венгрия, Будапешт, 2008).

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 141 странице и состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследований, 3 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка цитированной литературы (37 отечественных и 140 зарубежных). Диссертация иллюстрирована 36 таблицами и 12 рисунками.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ.

Благодарности. Выражаю глубокую благодарность и признательность за постоянную поддержку и помощь в ходе выполнения данной работы своему научному руководителю, д.б.н. О.Ю. Ереминой, руководителю отдела дезинсекции НИИД, профессору С.А. Рославцевой, д.б.н. М.Н. Костиной, к.б.н. Ю.В. Лопатниковой, М.А. Алексееву за неоценимую помощь и разведение насекомых, а также всему коллективу отдела дезинсекции НИИД.

Содержание работы

Введение. Обоснована актуальность темы, поставлены цель и задачи исследования.

Глава 1. Обзор литературы

Обобщены данные литературы по чувствительности синантропных насекомых (тараканов, комнатных мух) к инсектицидам группы неоникотиноидов. Рассмотрены механизм действия неоникотиноидов на насекомых, механизмы их детоксикации и вклад различных ферментных систем (монооксигеназ, эстераз, и глутатион-S-трансфераз) в этот процесс. Приведены сведения по действию на насекомых смесей неоникотиноидов и пиретринов.

Глава 2. Материалы и методы исследований

В качестве биологического материала в лабораторных экспериментах использовали рыжих тараканов *B. germanica* и комнатных мух *M. domestica* чувствительной расы Соорт 3-6-дневного возраста из инсектарных культур ФГУН НИИД Роспотребнадзора.

Исследования были проведены в период с 2005 по 2008 год. Проведено более 450 опытов, в которых использовано около 27 тыс. особей тараканов и более 43 тыс. особей комнатных мух. В каждом варианте опыта использовали не менее 20-50 насекомых в трех повторностях.

В экспериментах использовали действующие вещества (ДВ) неоникотиноидов: имидаклоприд 95,5 % (Китай), тиаметоксам 95,0 % (Китай), ацетамиприд 97,3 % (Китай), и препаративные формы имидаклоприда - Конфидор 20 % ВРК (Байер, Германия), тиаметоксама - Актара 25 % ВДГ (Сингента, Швейцария), ацетамиприда - Моспилан 20 % РП (Ниппон Сода, Япония), тиаклоприда - Калипсо 48 % КС (Байер,

Германия); а также ДВ пиретроидов: перметрин 92,0 % (Индия), циперметрин 95,0 % (Индия), лямбда-цигалотрин 95,5 % (Швейцария).

Использовали стандартные методы (МУ 3.5.2.1759-03): топикальное нанесение ацетоновых растворов ДВ, опрыскивание водными рабочими растворами препаративных форм, принудительный контакт рыжих тараканов с обработанными инсектицидами поверхностями. Принудительный контакт комнатных мух с инсектицидами проводили в стеклянных пробирках, обработанных ацетоновыми растворами ДВ в норме расхода 1 мл/дм². Продолжительность контакта насекомых с тест-поверхностями составляла 15-60 мин. Определяли концентрацию, вызывающую поражение 50% (95%) насекомых (СК₅₀₍₉₅₎).

Изучение проницаемости кутикулы насекомых проводили путем сравнения токсичности ацетоновых растворов ДВ неоникотиноидов с токсичностью их ацетоново-масляных растворов (ацетон + растительное масло в соотношении 4:1). Определяли концентрацию (дозу), вызывающую 50% (95%) гибель насекомых (СК₅₀₍₉₅₎ (СД₅₀₍₉₅₎). Коэффициент проницаемости кутикулы (К_{пр}) рассчитывали по формуле:

$$K_{\text{пр}} = \frac{СК_{50} \text{ ацетонового раствора}}{СК_{50} \text{ ацетон+масло}}$$

Для определения кишечного действия инсектицидов использовали голодных комнатных мух 3-6-дневного возраста. Опыты проводили в двух вариантах: 1) открытая приманка в чашке Петри, 2) приманка в мелкоячеистой сетке, для предотвращения контакта лапок мух с отравленным сахаром. Жидкие приманки готовили из препаративных форм неоникотиноидов, добавляя водные растворы инсектицидов в 10% сахарном сиропе.

В пищевую основу приманок для рыжих тараканов (размельченный сухой корм для собак «Royal canine», сырой яичный куриный желток) добавляли ДВ неоникотиноидов в виде ацетоновых растворов. Приманки высушивали при комнатной температуре до постоянной массы, фиксировали массу сухой приманки и рассчитывали концентрацию ДВ в мг/г. Самок тараканов (без оотек) по 20 особей высаживали в емкости размером (40×50) см со стандартными укрытиями и водой. Тараканов выдерживали без корма в течение 24 часов, а затем предлагали приманки. Опыты проводили в двух вариантах: 1) приманка с инсектицидом; 2) приманка с инсектицидом и альтернативный корм. Поедаемость приманок и смертность тараканов регистрировали ежедневно в течение 15 суток. Индекс поедаемости (ИП, аверсию) рассчитывали по формуле: $ИП = \frac{A-B}{A+B}$, где А - отравленный корм (мг), В - альтернативный корм (мг) (Miller, McCoy, 2005).

Вклад ферментов в механизм детоксикации неоникотиноидов изучали косвенным токсикологическим методом с использованием специфических ингибиторов монооксигеназ - пиперонилбутоксида (ППБ) и N-октил бицикло гептен дикарбоксимида (МГК-264), эстераз - трибутилтриниофосфата (ТБТФ)

и глутатион-S-трансфераз - диэтилmaleага (ДЭМ) (Попов, 1965а). Для характеристики интенсивности действия компонентов в смеси рассчитывали коэффициент синергистического действия (КСД). Синергистическую активность определяли в опытах как при одновременном топикальном нанесении смесей неоникотиноидов с синергистами в разных соотношениях, так и при разнесенных во времени обработках - сначала опрыскивали насекомых синергистом, а через 1 час – топикально наносили инсектицид не менее, чем в 5 концентрациях.

Совместное действие инсектицидов изучали топикальным методом, нанося на насекомых 1 мкл ацетоновых растворов смесей инсектицидов в разных соотношениях (1:9; 3:7; 5:5; 7:3; 9:1; 19:1; 49:1) в логарифмически снижающихся концентрациях. Совместное действие инсектицидов рассчитывали по Попову П.В. (1965а), изучая полную аддитивность и независимое действие компонентов смесей.

Статистическую обработку данных о токсичности инсектицидов проводили с использованием пакета статистических программ «Статистика» для персонального компьютера. Расчет величин $СД_{50(95)}$ и $СД_{30(95)}$ проводили по методу, предложенному П.В. Поповым (1965б).

Глава 3. Изучение видовой чувствительности насекомых к инсектицидам группы неоникотиноидов

Изучение контактного действия неоникотиноидов с помощью топикального нанесения. Комнатные мухи проявляли высокую устойчивость к имидаклоприду ($СД_{50}=350,0$ мкг/г) и тиаклоприду ($СД_{50}=303,0$ мкг/г). По сравнению с имидаклопридом мухи были в 12,5 раз ($СД_{50}=28,0$ мкг/г) более чувствительны к ацетамиприду и в 26 раз ($СД_{50}=13,3$ мкг/г) - к тиаметоксаму. Рыжие тараканы высоко чувствительны к неоникотиноидам при топикальном нанесении. Показатель $СД_{50}$ (мкг/г) для имидаклоприда составил 5,6, тиаклоприда – 7,3, ацетамиприда – 5,4, тиаметоксама - 0,24 (табл. 1).

Полученные при топикальном нанесении сравнительные данные по видовой чувствительности комнатных мух и рыжих тараканов к неоникотиноидам позволили нам предположить, что различия могут быть обусловлены особенностями проникновения неоникотиноидов через покровы насекомых изученных видов. При использовании в качестве растворителя ацетона при топикальном нанесении ДВ на комнатных мух изученные неоникотиноиды по инсектицидности образуют следующий ряд: имидаклоприд < тиаклоприд < ацетамиприд < тиаметоксам. При добавлении в растворитель масла токсичность неоникотиноидов для комнатных мух значительно повысилась: имидаклоприда в 50 раз, тиаклоприда - в 20 раз, ацетамиприда - в 10 раз, тиаметоксама - в 5 раз (табл. 1). Видимо, имидаклоприд и тиаклоприд хуже проникают через кутикулу комнатных мух, чем ацетамиприд и тиаметоксам, что, может быть связано с различиями в их липофильности.

При добавлении в растворитель масла токсичность неоникотиноидов повысилась и для тараканов, однако значения коэффициента проницаемости были на порядок ниже, чем таковые для комнатных мух и составили для имидаклоприда 1,8, тиаклоприда 1,5, ацетамиприда 2,3, тиаметоксама - 1,2.

Таблица 1

Токсичность и коэффициент проницаемости ($K_{пр}$) неоникотиноидов для комнатных мух и самцов рыжих тараканов при использовании различных растворителей ($СД_{50}$, мкг/г, учет через 48 часов)

ДВ	Комнатные мухи (самки+самцы)			Рыжие тараканы, самцы			$K_{вид}$	
	$СД_{50}$, а	$СД_{50}$, а/м	$K_{пр}$	$СД_{50}$, а	$СД_{50}$, а/м	$K_{пр}$	Растворитель	
							а	а/м
Имидаклоприд	350,0 (219,0-560,0)	6,7 (2,9-15,3)	50,0	5,60 (4,48-7,00)	3,20 (2,56-4,00)	1,8	62,5	2,1
Тиаклоприд	303,0 (141,4-520,2)	15,2 (12,6-21,2)	20,0	7,30 (5,61-9,49)	4,90 (3,76-6,37)	1,5	41,5	3,1
Ацетамиприд	28,0 (17,5-44,8)	2,7 (1,6-4,5)	10,5	5,40 (4,32-6,75)	2,40 (1,92-3,00)	2,3	5,2	1,1
Тиаметоксам	13,3 (7,56-23,4)	2,7 (2,1-3,5)	5,0	0,24 (0,18-0,31)	0,20 (0,15-0,26)	1,2	55,4	13,5

Примечание: а - ацетон; а/м - ацетон+масло в соотношении 4:1; $K_{вид}$ коэффициент видовой чувствительности

Коэффициент видовой чувствительности, рассчитанный как $K_{вид} = СД_{50}$ для мух : $СД_{50}$ для тараканов, при нанесении ацетоновых растворов имидаклоприда, тиаклоприда, ацетамиприда и тиаметоксама составил 62,5; 41,5; 5,2; 55,4, соответственно, а при добавлении в ацетон растительного масла - 2,1; 3,1; 1,1; 13,5, соответственно. Таким образом, способность неоникотиноидов проникать через кутикулу насекомых зависит от их химического строения и обратно пропорциональна коэффициенту распределения октанол/вода. Различия в токсичности неоникотиноидов для комнатных мух и рыжих тараканов, по-видимому, связаны с затруднением проникновения их через кутикулу комнатных мух. Среди изученных неоникотиноидов наиболее токсичен как для комнатных мух, так и для тараканов тиаметоксам, обладающий наибольшей липофильностью, то есть достаточно легко проникающий через кутикулу насекомых.

Изучение нисектицидности неоникотиноидов при принудительном контакте. При 15-ти минутном контакте комнатных мух со стеклянными поверхностями, обработанными всеми изученными неоникотиноидами,

показатели $СК_{50}$ и $СК_{95}$ ($мг/дм^3$) не были достигнуты даже при максимальной концентрации ДВ - $10 мг/дм^3$. При увеличении времени контакта мух с отложениями ДВ до 30 минут действие инсектицидов было более выражено только для тиаметоксама ($СК_{50} 0,40 мг/дм^3$), тогда как для остальных ДВ смертность насекомых была ниже 50%. При увеличении продолжительности контакта насекомых до 60 минут наблюдали и большее поражение насекомых. Так, показатель $СК_{50}$ для ацетамиприда составил $10 мг/дм^3$, для тиаметоксама - $0,08 мг/дм^3$. Имидаклоприд и тиаклоприд в изученных концентрациях были малотоксичны.

При принудительном контакте самцов рыжих тараканов в течение 60 минут со стеклом, обработанным ацетоновыми растворами ДВ, токсичным для насекомых оказался только тиаметоксам ($СК_{50} 0,40 мг/дм^3$), остальные изученные неоникотиноиды были практически нетоксичны ($>10 мг/дм^3$).

Тараканы были более чувствительны к препаративным формам неоникотиноидов, чем к их ДВ. Наиболее эффективными были препаративные формы на основе тиаметоксама ($СК_{50} 1,40 мг/дм^3$), несколько менее токсичными – на основе ацетамиприда ($СК_{50} 3,10 мг/дм^3$) и имидаклоприда ($СК_{50} 2,80 мг/дм^3$), и практически не токсичными - на основе тиаклоприда ($СК_{50} >10 мг/дм^3$). Увеличение токсичности неоникотиноидов при использовании препаративных форм, по-видимому, связано с присутствием в рецептурах поверхностно активных веществ (ПАВ) и других технологических и функциональных добавок, увеличивающих степень проникновения неоникотиноидов через кутикулу насекомых.

Половая чувствительность. Выявлены значительные половые различия в чувствительности комнатных мух к неоникотиноидам. В целом самки мух устойчивее к действию неоникотиноидов по сравнению с самцами (к имидаклоприду - в 2,51 раза, к ацетамиприду в 5,38 раза, к тиаметоксаму в 8,16 раз) (табл. 2). У рыжих тараканов выявлены менее выраженные половые различия. Установлена несколько большая чувствительность самок (в 2,25 раза) к имидаклоприду ($K_{пол.}=0,63$). Для тиаметоксама (1,70 раза) и для ацетамиприда (1,52 раза) характерна большая чувствительность самцов. В целом различия в чувствительности самцов и самок рыжих тараканов достаточно малы.

Обратимость действия. При проведении экспериментов было установлено, что неоникотиноиды обладают обратимым действием в отношении комнатных мух и рыжих тараканов. Наибольшая обратимость действия свойственна тиаклоприду и имидаклоприду, наименьшая - тиаметоксаму и ацетамиприду (рис. 1).

Наиболее ярко обратимость действия неоникотиноидов на комнатных мух выражена в опытах по подсадке на обработанную поверхность (стекло). При 60 мин. контакте максимальный токсический эффект неоникотиноидов проявлялся через 2 часа после экспозиции. Через 3-6 часов токсический

эффект снижался, а через 24 часа для имидаклоприда и тиаклоприда он становился полностью обратимым. Токсический эффект ацетамиприда также был обратим и через 24 часа показатель PK_{50} (концентрация инсектицида, вызывающая 50% поражение насекомых) возрос в 100 раз – с 0,1 мг/дм² до 10 мг/дм². Обратимость действия тиаметоксама была наименее выражена (рис. 1.).

Таблица 2

Коэффициент половой чувствительности ($K_{пол.}$) комнатных мух и рыжих тараканов при топикальном нанесении ацетоновых растворов неоникотиноидов

ДВ	Комнатные мухи	Рыжие тараканы
Имидаклоприд	2,51	0,63
Ацетамиприд	5,38	1,10
Тиаметоксам	8,16	2,66

Примечание: $K_{пол.} = C_{D50}$, мкг/г для самок : C_{D50} , мкг/г для самцов (учет через 48 часов).

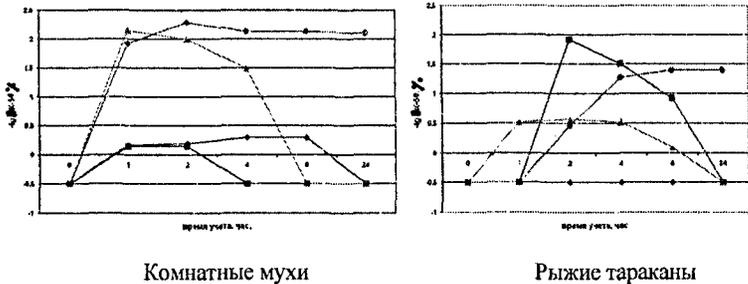


Рис. 1. Обратимость действия неоникотиноидов при контакте насекомых в течение 60 мин с обработанной поверхностью (стекло)

Примечание:

◆—Имидаклоприд ■—Тиаклоприд ▲—Ацетамиприд ●—Тиаметоксам

При принудительном контакте тараканов в течение 60 мин. (подсадка на стекло) максимальный эффект проявил тиаметоксам через 6 часов, обратимости действия не установлено ($K_{обр.}=1,0$). Для тиаклоприда и ацетамиприда максимальный эффект зафиксирован через 2 часа, однако он оказался полностью обратимым. Токсическое действие имидаклоприда выразалось только в изменении поведения насекомых, а доля пораженных особей составляла не более 10 % при концентрации 10 мг/дм².

При опрыскивании рыжих тараканов водными растворами препаративных форм неоникотиноидов максимальную степень поражения насекомых наблюдали через 1-3 часа, затем доля пораженных особей уменьшалась и через 48 часов стабилизировалась. Максимальный $K_{обр.}$ был зарегистрирован для тиаклоприда ($K_{обр.}=43,0$), средний для ацетамиприда

($K_{обр}=30,0$) и имидаклоприда ($K_{обр}=12,5$), а минимальный для тиаметоксама ($K_{обр}=4,5$) (рис. 2).

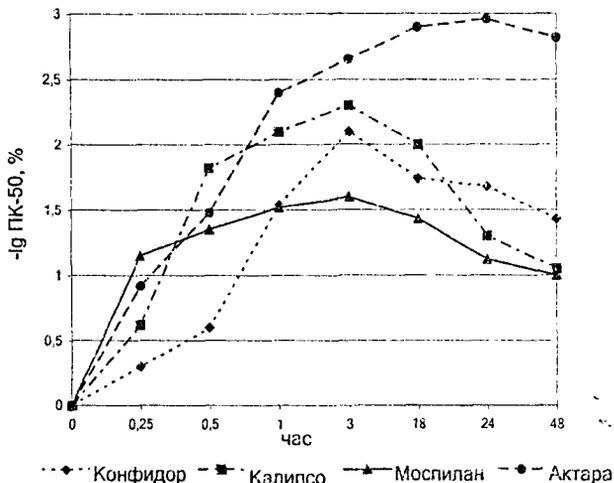


Рис. 2. Токсичность водных растворов препаративных форм неоникотиноидов для самцов рыжих тараканов

Кишечное действие неоникотиноидов.

Жидкие и сухие сахарные приманки на основе препаративных форм неоникотиноидов были привлекательными для комнатных мух. Наиболее инсектицидным оказался тиаметоксам, далее в порядке убывания токсичности следовали ацетамиприд, тиаклоприд и имидаклоприд. Установлено отсутствие аверсии к приманкам на основе неоникотиноидов.

Сравнение показателей токсичности неоникотиноидов при разных способах поступления в организм комнатных мух показало, что при кишечном действии имидаклоприд токсичнее в 76,2 раза, тиаклоприд в 83,3 раза, ацетамиприд в 12,4 раза, тиаметоксам в 7,6 раза по сравнению с контактным действием (табл. 4). Полученные данные также свидетельствуют о затрудненном проникновении неоникотиноидов через кутикулу мух, особенно имидаклоприда и тиаклоприда.

Таблица 4

Сравнительная токсичность неоникотиноидов при контактном и кишечном действии на комнатных мух (СД₅₀, мкг/особь, учет через 24 часа)

ДВ	Поступление в организм		Отношение СД ₅₀ контакт. / СД ₅₀ кишечн.
	Контактное (ацетоновый раствор)	Кишечное (сухая сахарная приманка)	
Имидаклоприд	4,95 (2,89-8,46)	0,065 (0,044-0,095)	76,2
Тиаклоприд	5,00 (2,90-8,50)	0,060 (0,045-0,081)	83,3
Ацетамиприд	0,620 (0,440-0,870)	0,050 (0,032-0,080)	12,4
Тиаметоksam	0,130 (0,100-0,160)	0,017 (0,012-0,020)	7,6

В экспериментах по скармливанию отравленных приманок рыжим тараканам отмечено, что при повышении концентрации ДВ в приманке, ее поедаемость снижалась по сравнению с контрольным вариантом. Несмотря на это, смертность тараканов к 10 суткам возростала в вариантах с использованием имидаклоприда, тиаклоприда и ацетамиприда (табл. 5). Для приманок на основе тиаметоксама в концентрации 2,5 мг/г поедаемость составила всего 3,3 %, а смертность - 60 %. При повышении концентрации ДВ в приманке более 2,5 мг/г тараканы полностью избегали ее, о чем свидетельствует отсутствие смертности в этих вариантах опыта.

Для расчета индекса поедаемости (ИП, аверсия) тараканам была предоставлена возможность выбора корма: отравленная приманка и альтернативный корм. Из всех изученных нами неоникотиноидов только приманки на основе имидаклоприда охотно поедались тараканами, что подтверждает рациональность использования его в рецептурах приманок, предназначенных для уничтожения рыжих тараканов. При повышении концентрации имидаклоприда в приманке ее привлекательность снижалась. Для остальных неоникотиноидов ИП был отрицательным, наибольшая аверсия выявлена к приманкам на основе тиаметоксама (рис. 3). Следует отметить, что при поедании отравленных приманок тараканы впадают в состояние нокадауна, что сокращает поглощаемую дозу инсектицида и приводит к обратимости паралича.

Таким образом, нами выявлена аверсия к неоникотиноидам у рыжего таракана и отсутствие таковой у комнатных мух.

Таблица 5

Токсичность отравленных приманок и их поедаемость самками рыжих тараканов

ДВ	Концентрация, мг ДВ/г приманки	Поедаемость, % к контролю	Смертность на 10 суток, %	СК ₅₀ , мг ДВ / г приманки
Имидаклоприд	0,6	83,3	0	6,0 (4,6-7,8)
	2,4	57,1	20	
	9,8	44,0	65	
	24,5	20,1	75	
Тиаклоприд	1,9	24,0	5	9,5 (7,6-11,9)
	7,5	13,7	35	
	15,0	9,8	75	
Ацетамиприд	2,5	12,0	45	2,8 (2,1-3,7)
	4,8	9,8	90	
	19,5	4,4	90	
Тиаметоksam	2,5	3,3	60	2,5 (1,9-3,3)
	4,8	1,1	10	
	9,6	1,3	0	
	19,5	1,5	10	

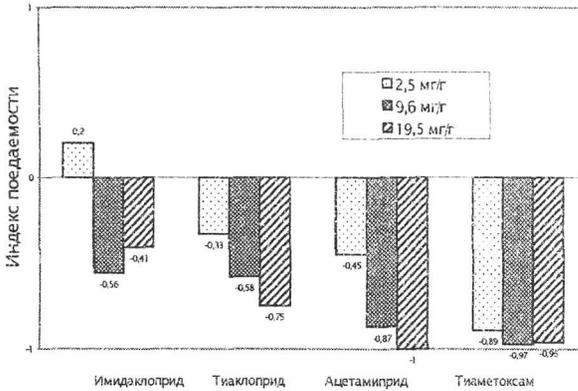


Рис. 3. Индекс поедаемости (аверсия) для самок рыжих тараканов рассчитанный для приманок на основе неоникотиноидов.

Глава 4. Изучение роли ферментных систем насекомых в механизме детоксикации неоникотиноидов

Использование синергистов для изучения вклада тех или иных ферментных систем насекомых в механизм действия инсектицидов широко распространено в мировой практике.

При исследовании синергистической активности на имаго комнатных мух смеси тиаметоксама с ППБ установлен максимальный коэффициент синергистического действия (КСД), равный 7,5, а с МГК-264 - 5,6. Ацетамиприд синергизовался в большей степени и КСД достигал в смеси с ППБ 20,0, а с МГК-264 - 13,6. Синергизм смесей имидаклоприда с ППБ и МГК-264 был еще более выражен и достигал показателей 173,3 и 144,4, соответственно (табл. 6). При нанесении на рыжих тараканов смеси имидаклоприда с ППБ и МГК-264 выявлено синергистическое действие только при соотношении компонентов 1:50 и 1:100. КСД был одинаковым для обоих синергистов и составил 2,5 и 3,9, соответственно. В смесях ацетамиприда с ППБ КСД в соотношении 1:100 составил 2,0 раза, а с МГК-264 - 8,4. Для тиаметоксама в смеси с ППБ синергизм не был установлен, а для смеси с МГК-264 в соотношении 1:100 КСД составил 1,6.

Уровни активности ферментных систем комнатных мух и рыжих тараканов изучали методом одновременного нанесения синергиста и инсектицида с построением кривых «КСД - концентрация синергиста». Выход кривой на плато свидетельствует о полном подавлении ферментной системы синергистом. Определены точки перегиба кривой - минимальные эффективные концентрации синергистов, вызывающие максимальный синергистический эффект (МЭК).

В результате действия ППБ токсичность имидаклоприда для комнатных мух повышалась в 12,8 раз, токсичность ацетамиприда - в 20,6 раз, а токсичность тиаметоксама изменялась в наименьшей степени (в 3,0 раза) (рис. 4, а).

Предварительное нанесение на комнатных мух ингибитора глутатион-S-трансфераз ДЭМ увеличило токсичность имидаклоприда в 3,0 раза, ацетамиприда - в 2,0 раза, тиаметоксама - в 2,6 раза (рис. 4, б).

Предварительное нанесение ингибитора эстераз - ТБТФ увеличило токсичность имидаклоприда в отношении комнатных мух в 1,3 раза, ацетамиприда в 2,0 раза, тиаметоксама в 2,5 раза (рис. 4, в).

При разнесенной во времени обработке самцов рыжих тараканов синергистом и затем инсектицидом получены значительно большие величины КСД, чем при одновременном нанесении. Так, при предобработке ППБ имидаклоприд синергизовался в 12,7 раз, ацетамиприд - в 30,0, тиаметоксам - в 12,5 раз (рис 4, г). После предварительной обработки МГК-264 имидаклоприд, был токсичнее для насекомых в 30,0 раз, ацетамиприд - до 38,7 раз, тиаметоксам - 14,7 раз (рис 4, д). После нанесения ТБТФ - в 6,3,

6,4, н в 1,3 раза, а после нанесения ДЭМ токсичность для тараканов имидаклоприда повышалась в 4,0, ацетамиприда - в 1,8, тиаметоксама - в 2,4 раза, соответственно (рис. 4, е).

Таблица 6

Коэффициенты синергистического действия на насекомых неоникотиноидов и ингибиторов монооксигеназ при одновременном нанесении

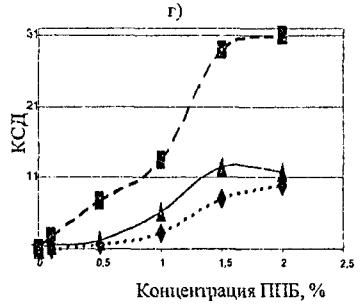
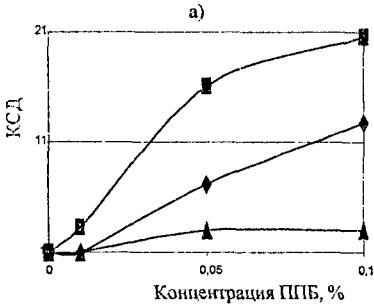
Синергист	Соотношение инсектицид:синергист	Имидаклоприд	Ацетамиприд	Тиаметоксам
Комнатные мухи				
ПГБ	1:1	18,20±1,70	4,50±0,30	-
		52,00±8,30*	16,70±2,50*	-
	1:5	83,30±7,50	9,00±0,60	-
		173,30±20,10*	20,00±1,90*	-
		-	-	2,00±0,58
1:50	-	-	4,00±1,04	
1:100	-	-	7,50±2,33	
МГК-264	1:1	14,30±1,20	5,00±0,70	-
		14,30±1,50*	6,00±0,90*	-
	1:5	125,00±10,20	7,50±0,90	-
		144,40±15,00*	13,60±1,90*	-
		-	-	3,00±1,26
1:50	-	-	3,75±0,90	
1:100	-	-	5,58±1,56	
Рыжие тараканы				
ПГБ	1:10	0,48±0,15	1,59±0,19	0,43±0,09
		1,19±0,17*	2,45±0,56	0,74±0,20
	1:50	1,07±0,12	2,45±0,56	0,74±0,20
		2,66±0,64*	2,00±0,26	0,60±0,20
1:100	2,00±0,50	2,00±0,26	0,60±0,20	
	3,85±0,96*	3,00±0,58	1,09±0,26	
МГК-264	1:10	0,86±0,12	3,00±0,58	1,09±0,26
		1,00±0,24*	4,50±1,12	0,96±0,22
	1:50	1,33±0,32	4,50±1,12	0,96±0,22
		2,50±0,50*	8,40±1,69	1,56±0,30
1:100	1,50±0,30	8,40±1,69	1,56±0,30	
	3,85±0,65*			

Примечание: учет через 24 часа; * - учет через 48 часов

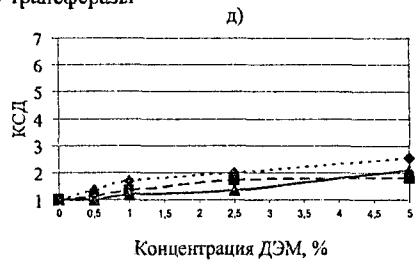
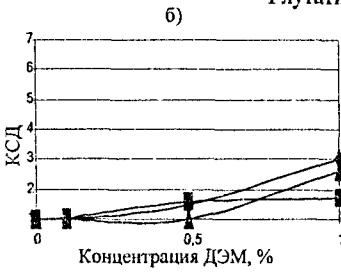
Комнатные мухи

Рыжие тараканы

Моноксигеназы



Глутатион-S-трансферазы



Эстеразы

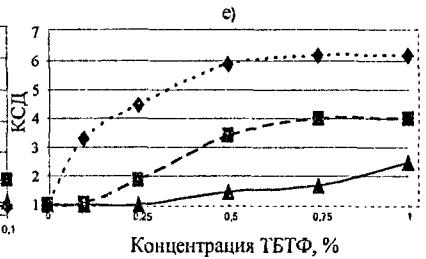
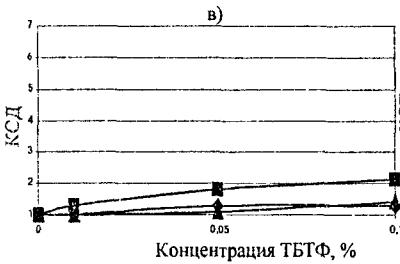


Рис. 4. Вклад различных ферментных систем в детоксикацию неоникотиноидов при одновременном нанесении на рыжих тараканов

Условные обозначения: ◆ Имидаклоприд ■ Ацетамиприд ▲ Тиаметоксам

Глава 5. Изучение совместного действия неоникотиноидов с пиретроидами

Антагонистического действия у смесей неоникотиноидов и пиретроидов не было выявлено ($KCD < 0,5$) ни в одном варианте опытов ни у комнатных мух, ни у рыжих тараканов. Выявление неполного аддитивного действия ($KCD < 1$) для ряда соотношений смесей неоникотиноидов и пиретроидов свидетельствует о том, что они действуют независимо, то есть в изучаемых соотношениях только один из компонентов обладает инсектицидным действием. Полная аддитивность установлена для смесей в соотношениях приближающихся к отношению $СК_{50}$ менее токсичного компонента к $СК_{50}$ более токсичного компонента. Однако коэффициенты совместного действия остаются низкими для всех изученных соотношений и смесей. Полученные данные свидетельствуют о независимом действии компонентов смеси неоникотиноидов и пиретроидов.

При изучении совместного действия смесей неоникотиноидов и пиретроидов на комнатных мух, мы установили, что для смеси ацетамиприд : перметрин независимое действие компонентов проявилось в максимальной степени в соотношении 9:1 ($KCD=4,11$) (табл. 7). Для смеси ацетамиприд : циперметрин наибольший коэффициент синергизма (2,20) выявлен для соотношения 49:1. Для смесей тиаметоксам : перметрин KCD возрастает при увеличении содержания тиаметоксама в смеси до соотношения 7:3, при дальнейшем увеличении содержания в смеси тиаметоксама и, соответственно, снижения содержания в смеси перметрина - KCD снижается. Максимальный коэффициент синергизма смеси тиаметоксама и циперметрина мы нашли в соотношении 19:1 (табл. 7).

При изучении совместного действия смесей неоникотиноидов и пиретроидов на рыжих тараканов установлено, что для смеси имидаклоприд : перметрин независимое действие проявилось в соотношении 9:1 ($KCD=3,90$). Для смеси ацетамиприд : перметрин наибольший коэффициент синергизма выявлен для соотношения 4:1, однако значение KCD не превышало 2,6. Для смесей тиаметоксам : перметрин KCD оказался менее 1, что связано с большей токсичностью тиаметоксама в сравнении с перметрином.

Для смеси имидаклоприд : циперметрин слабый коэффициент синергизма установлен в соотношениях выше, чем 4:1. Отмечено понижение KCD в соотношении 49:1. В целом синергистический эффект был слабым и составил не более 1,62. У смесей ацетамиприд : циперметрин статистически значимый коэффициент синергизма был найден только в соотношении 9:1 ($KCD=3,60$), а у смесей тиаметоксам : циперметрин - только в соотношении 1:9 ($KCD=1,82$).

Синергистический эффект обнаружен нами и у смеси имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в соотношении 49:1. Следует отметить, что из-за

обратимости действия имидаклоприда, показатели КСД были неустойчивы и снижались с 3,33 через 24 часа до 1,50 через 48 часов.

Таблица 7

Синергистическое действие смесей неоникотиноидов и пиретроидов на насекомых
(КСД независимого действия)

Неоникотиноид	Соотношения неоникотиноид : пиретроид	Рыжие тараканы, ♂		Комнатные мухи, ♂+♀	
		перметрин	циперметрин	перметрин	циперметрин
Имидаклоприд	1:9	1,11±0,10	0,67±0,06	-	-
	3:7	1,41±0,13	0,57±0,05	-	-
	5:5	2,02±0,19	0,72±0,07	-	-
	7:3	1,43±0,13	0,82±0,08	-	-
	4:1	2,71±0,25	1,36±0,34	-	-
	9:1	3,90±0,35	1,62±0,18	-	-
	19:1	1,71±0,16	1,16±0,15	-	-
	49:1	2,95±0,28	0,43±0,03	-	-
Ацетампирид	1:9	1,33±0,12	0,95±0,09	1,17±0,17	0,87±0,08
	1:4	0,79±0,07	1,13±0,10	1,78±0,16	-
	3:7	2,32±0,22	0,83±0,07	1,32±0,12	0,57±0,05
	5:5	1,50±0,14	1,64±0,60	1,14±0,13	0,72±0,07
	7:3	1,98±0,18	1,71±0,69	3,52±0,43	0,88±0,08
	4:1	2,60±0,24	1,38±0,11	2,06±0,20	-
	9:1	2,10±0,23	3,60±0,33	4,11±0,40	1,32±0,12
	19:1	-	-	-	1,88±0,17
49:1	-	-	-	2,20±0,20	
Тиаметооксам	1:9	0,74±0,07	1,82±0,80	2,73±0,27	1,96±0,18
	1:4	0,88±0,08	-	-	-
	3:7	0,78±0,07	1,29±0,27	2,64±0,25	1,26±0,11
	5:5	0,51±0,05	1,20±0,19	2,11±0,20	1,57±0,15
	7:3	0,51±0,04	1,43±0,40	4,28±0,41	1,56±0,14
	4:1	0,88±0,08	1,18±0,17	3,90±0,38	1,80±0,21
	9:1	0,53±0,04	1,48±0,13	2,08±0,20	2,14±0,20
	19:1	-	0,89±0,08	1,75±0,16	3,04±0,29
49:1	-	0,54±0,04	1,39±0,12	2,04±0,20	

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что эффект синергистического действия в смесях неоникотиноидов и пиретроидов проявляется в наибольшей степени, когда каждый из компонентов представлен в концентрации, близкой к $СК_{50}$. Поскольку разница в токсичности неоникотиноидов и пиретроидов сильно отличается для комнатных мух и рыжих тараканов, то соотношение их в смеси должно быть различно, и рассчитано для каждого вида насекомого и каждой пары компонентов отдельно.

В соответствии с полученными экспериментальными данными о контактной токсичности неоникотиноидов и пиретроидов, нами рассчитаны

их соотношения в смесях, в которых должно проявляться наибольшее синергистическое действие для комнатных мух и рыжих тараканов (табл.8).

Таблица 8

Расчетные соотношения смесей неоникотиноидов и пиретроидов, в которых должно проявляться синергистическое действие компонентов
(рассчитано как отношение $СД_{50}$ неоникотиноида к $СД_{50}$ пиретроида)

Смеси	Комнатные мухи	Рыжие тараканы
Имидаклоприд : перметрин	-	1,5:1
Имидаклоприд : циперметрин	-	1:6
Имидаклоприд : λ-цигалотрин	-	1:60
Ацетамиприд : перметрин	15:1	2:1
Ацетамиприд : циперметрин	140:1	14:1
Тиаметоксам : перметрин	2:1	1:5
Тиаметоксам : циперметрин	19:1	2:1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Видовая чувствительность комнатных мух и рыжих тараканов ярко проявляется при топикальном нанесении ацетоновых растворов неоникотиноидов на насекомых. Так, мухи устойчивее тараканов к действию имидаклоприда в 62,5 раза, тиаклоприда - в 41,5 раза, ацетамиприда - в 5,2 раза, тиаметоксама - 55,4 раза. Этот факт мы связываем с различиями в строении кутикулы насекомых, что подтверждается повышенном токсичности неоникотиноидов при введении в растворитель (ацетон) масла, для комнатных мух в 5,0-50,0 раза, а для рыжих тараканов всего в 1,20-2,25 раза. Полученные данные свидетельствуют о затрудненном проникновении неоникотиноидов, особенно имидаклоприда и тиаклоприда, через кутикулу мух и, по-видимому, связано с их низкой липофильностью. Таким образом, способность неоникотиноидов проникать через кутикулу насекомых зависит от химического строения и обратно пропорциональна коэффициенту распределения октанол/вода. Комнатные мухи принадлежат к группе насекомых, малочувствительных к имидаклоприду, что может быть связано с особенностями их метаболизма, а также может зависеть и от фармакокинетики инсектицида (Johnston et al., 1996).

Определение контактной токсичности неоникотиноидов для комнатных мух и рыжих тараканов методом подсадки на обработанную поверхность показало, что отложения ацетоновых растворов ДЭ имидаклоприда, ацетамиприда, тиаклоприда одинаково малотоксичны для изучаемых нами видов насекомых. Исключение составил тиаметоксам, действие которого оказалось высокотоксичным и для мух, и для тараканов.

Показана высокая обратимость действия неоникотиноидов и для комнатных мух, и для рыжих тараканов при контактных способах нанесения. Следует отметить, что синергисты, ингибирующие монооксигеназы (ППБ и МГК-264) снижают обратимость действия неоникотиноидов, что свидетельствует об участии этой системы ферментов в детоксикации неоникотиноидов в организме как комнатных мух, так и рыжих тараканов.

При поедании отравленной приманки комнатными мухами обратимости действия неоникотиноидов обнаружено не было. У рыжих тараканов, напротив, наблюдали сильные признаки отравления, но насекомые оставались живыми до 15 суток в парализованном состоянии, а при удалении отравленной приманки были способны к восстановлению жизнедеятельности.

Токсичность неоникотиноидов для комнатных мух сильно увеличивается при кишечном действии в сравнении с контактным. Например, токсичность имидаклоприда возрастает в 76,2 раза, тиаклоприда – в 83,3 раза, ацетамиприда – в 12,4 раза, тиаметоксама – в 7,6 раза, что также свидетельствует о затруднении проникновения неоникотиноидов через кутикулу комнатных мух.

Установлено отсутствие аверсии комнатных мух к сухим и жидким сахарным приманкам на основе ДВ и препаративных форм всех изученных неоникотиноидов. Отмечено уменьшение поедаемости тараканами отравленной приманки (особенно на основе тиаметоксама), по-видимому, из-за проявления аверсии. Наименьшая аверсия установлена нами для приманок на основе имидаклоприда, что является показанием для введения его в качестве отравляющего агента при разработке новых средств в форме приманки для борьбы с тараканами.

Установлено, что в механизме детоксикации неоникотиноидов в организме как комнатных мух, так и рыжих тараканов, наибольшее участие принимают монооксигеназы, а величина коэффициента синергизма зависит от химического строения неоникотиноида.

При нанесении на самцов рыжих тараканов смесей имидаклоприда и ацетамиприда с ингибиторами монооксигеназ ППБ и МГК-264 синергистический эффект проявился только при соотношении компонентов в смеси 1:50 и 1:100. Смесей тиаметоксама с ППБ не проявили синергистического действия на рыжих тараканов, а смеси с МГК-264 проявили очень слабый синергистический эффект и только в соотношении 1:100.

При разнесенных во времени обработках комнатных мух ППБ и неоникотиноидами увеличения показателей синергистического действия установлено не было, и максимальные значения КСД составили для имидаклоприда 10-12, ацетамиприда 21-23, тиаметоксама – около 3. Предобработка комнатных мух ингибиторами эстераз (ТБГФ) и Г-S-T (ДЭМ)

приводило к незначительному увеличению токсичности неоникотиноидов – в 1-3 раза.

При одновременном нанесении на самцов рыжих тараканов ППБ и МГК-264 полученные значения КСД были значительно выше, чем при одновременном нанесении. Увеличение токсичности составило для нимдаклоприда – 10-12 раз, ацетамиприда – 30 раз, тиаметоксама – 6-11 раз. Вклад системы эстераз и Г-S-T в механизм детоксикации неоникотиноидов значительно ниже.

Для трех синергистов (ППБ, ТБТФ и ДЭМ) установлены минимальные эффективные концентрации, вызывающие максимальный синергистический эффект (МЭК), которые свидетельствуют о полной блокировке ферментных систем насекомых, детоксицирующих ксенобиотики. Полученные значения точек МЭК для синергистов при детоксикации неоникотиноидов совпадают с данными, полученными ранее при изучении детоксикации перметрина на тех же культурах насекомых (Еремича, Рославцева, 1997).

Увеличение токсичности неоникотиноидов в присутствии ППБ может быть связано и с изменением их скорости проникновения (Richman et al., 1999). ТБТФ оказывает меньшее влияние, по-видимому, за счет того, что в молекуле неоникотиноидов отсутствует химическая связь, которая может быть подвержена эстеразному гидролизу, однако ранее было показано (Valles et al., 1997), что микромолярные концентрации ТБТФ могут ингибировать микросомальные монооксигеназы *in vitro*. Вклад Г-S-T в детоксикацию неоникотиноидов минимален, что, по-видимому, связано с тем, что эта ферментная система вовлечена в механизм детоксикации ксенобиотиков на втором этапе метаболических превращений.

Поскольку неоникотиноиды и пиретроиды имеют разные места действия в нервной системе насекомого, механизм действия одного инсектицида дополняет активность другого. В смеси нейротоксический эффект усиливается. Результаты наших исследований свидетельствуют, что компоненты смесей неоникотиноидов и пиретроидов действуют на насекомых независимо. Проникновение неоникотиноидов через покровы насекомых затруднено, тогда как пиретроиды, являясь липофильными соединениями, легко проникают через кутикулу. Таким образом, возможно снижение дозы одного из компонентов смеси (неоникотиноида), или временная разобщенность в достижении места действия разными компонентами смеси. Неоникотиноиды, как и пиретроиды, после проникновения через кутикулу насекомого подвержены ферментативной детоксикации, а активность ферментов различна у комнатной мухи и рыжего таракана. Поскольку токсичность неоникотиноидов и пиретроидов сильно различается для комнатных мух и рыжих тараканов, то и соотношение их в смеси должно быть различно, и рассчитано для каждого вида насекомого и каждой пары компонентов. Поскольку циан-содержащие пиретроиды

(циперметрин, лямбда-цигалотрин) обладают гораздо большей токсичностью для насекомых, содержание их в смеси с неоникотиноидами должно быть еще более низким, чем в случае с перметрином. Следует отметить, что обратимость действия имидаклоприда отрицательно влияет на проявление эффекта совместного действия. Максимальный эффект совместного действия проявляется при соотношении компонентов в смеси неоникотиноида и пиретроида равном отношению $СК_{50}$ ($СД_{50}$) одного компонента к $СК_{50}$ ($СД_{50}$) другого компонента.

Таким образом, различная видовая чувствительность комнатных мух и рыжих тараканов к неоникотиноидам может быть обусловлена особенностями проницаемости их кутикулы для инсектицидов этого класса, активностью ферментных систем, участвующих в детоксикации инсектицидов в теле насекомых, а также их пищевым поведением (аверсия).

ВЫВОДЫ

1. Видовая чувствительность комнатных мух и рыжих тараканов к неоникотиноидам связана с различиями в проникновении их через кутикулу, а также с уровнем активности ферментных систем.

2. Высокая обратимость действия неоникотиноидов на насекомых, наиболее выраженная для имидаклоприда и тиаклоприда, связана как с различиями в химическом строении, физико-химических свойств веществ из этой группы инсектицидов, так и со степенью проникновения через кутикулу и уровнем активности ферментных систем изученных видов насекомых. Синергисты, ингибирующие монооксигеназы (ППБ и МГК-264), снижают обратимость действия неоникотиноидов.

3. Токсичность неоникотиноидов для комнатных мух значительно выше при кишечном действии по сравнению с контактным (в 7,6–83,3 раза). Для рыжих тараканов этого эффекта не установлено.

4. Приманки на основе неоникотиноидов вызывают аверсию у рыжих тараканов, наименее выраженную для имидаклоприда. Отсутствие аверсии у комнатных мух позволяет рекомендовать неоникотиноиды для использования в инсектицидных приманках.

5. Наиболее вероятный путь детоксикации неоникотиноидов у комнатных мух и рыжих тараканов связан с окислением монооксигеназами. Установлен незначительный вклад эстераз в детоксикацию неоникотиноидов. Вклад глутатион-S-трансфераз в детоксикацию неоникотиноидов минимален. По-видимому, эта ферментная система вовлечена в механизм детоксикации ксенобиотиков на втором этапе метаболических превращений.

6. Смеси неоникотиноидов и пиретроидов действуют на насекомых синергистически. Максимальный эффект совместного действия проявляется при соотношении компонентов в смеси неоникотиноида и пиретроида равном отношению $СК_{50}$ ($СД_{50}$) одного компонента к $СК_{50}$ ($СД_{50}$) другого

компонента. Соотношение неоникотиноида и пиретроида в смеси должно быть рассчитано для каждого вида насекомого и каждой пары компонентов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основании установленных особенностей действия изученных инсектицидов рекомендовано введение неоникотиноидов (имдаклоприд, тиаклоприд, ацетамиприд и тиаметоксам) в качестве ДВ в приманки для комнатных мух, а для рыжих тараканов – только имдаклоприда.

2. Подготовлена научно-техническая документация для применения в практике медицинской дезинсекции инсектицидных средств:

Инструкция по применению № 3/06 от 22.03.2006 г. средства инсектицидного "Рейд приманка для мух. Апельсин", (имдаклоприд 5,4 мг/приманку), изготовитель фирма "Террасан Хаус и Гартенбедарф ГмБХ энд Ко КГ" (Германия). Свидетельство о госрегистрации № 77.99.36.2.У.4133.5.06 от 16.05.2006.

Инструкция по применению № 4/05 от 10.11.2005 г. средства инсектицидного "Шонфидор 20% в.р.к.", (имдаклоприд, 20%) изготовитель фирма "Шарда Ворлдвайд Экспорте Pvt. Лтд" (Индия). Свидетельство о госрегистрации № 77.99.36.2.У.2808.3.06 от 29.03.2006.

3. Разработаны «Методические указания по определению уровня чувствительности насекомых к инсектицидам» (Рославцева С.А., Еремина О.Ю., Лопатина Ю.В., Баканова Е.И., Фролова А.И., Ибрагимхалилова И.В., Алексеев М.А., Басова Е.Н.) (утв. Комиссией по нормированию Роспотребнадзора 03.04.2008).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

1. Рославцева С.А., Еремина О.Ю., Баканова Е.И., Алексеев М.А., Ибрагимхалилова И.В. Чувствительность лабораторной расы рыжих тараканов *Blattella germanica* (L.) к инсектицидам // Дез. дело. 2005. № 3. С. 58-62.

2. Ибрагимхалилова И.В., Еремина О.Ю. Контактное и кишечное действие инсектицидов группы неоникотиноидов на рыжих тараканов *Blattella germanica* L. // РЭТ-инфо. 2007. № 1. С. 42-47.

3. Ибрагимхалилова И.В., Еремина О.Ю. Перспективные средства борьбы с тараканами / Мат. IX съезда Всероссийского научно-практического общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов "Итоги и перспективы обеспечения эпидемического благополучия населения Российской Федерации" 26-27 апреля 2007 г. Москва. Санэпидмедиа. 2007. Т. 3. С. 339-340.

4. Еремина О.Ю., Ибрагимхалилова И.В. Инсектициды группы неоникотиноидов для борьбы с комнатными мухами / Мат. IX съезда Всероссийского научно-практического общества эпидемиологов,

микробиологов и паразитологов "Итоги и перспективы обеспечения эпидемического благополучия населения Российской Федерации" 26-27 апреля 2007 г. Москва. Санэпидмедиа. 2007. Т.3. С. 335.

5. Ибрагимхалилова И.В., Еремина О.Ю. Сравнение контактного и кишечного действия неоникотиноидов для комнатных мух *Musca domestica* L. // РЭТ-инфо. 2007. №2. С.22-25.

6. Рославцева С.А., Еремина О.Ю., Ибрагимхалилова И.В., Баканова Е.И., Алексеев М.А. Чувствительность лабораторных культур комнатных мух *Musca domestica* L. к инсектицидам // Дез. дело. 2007. № 2. С. 42-47.

7. Ибрагимхалилова И.В., Еремина О.Ю. Сравнение контактного и кишечного действия неоникотиноидов на рыжих тараканов *Blattella germanica* L. (Blattodea) / Тезисы докл. XIII съезда РЭО, Краснодар 9-15 сентября 2007 г. Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Краснодар. 2007. С. 77-78.

8. Еремина О.Ю., Ибрагимхалилова И.В. Чувствительность комнатных мух *Musca domestica* L. к неоникотиноидам при контактном и кишечном действии / Тезисы докл. XIII съезда РЭО, Краснодар 9-15 сентября 2007 г. Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Краснодар. 2007. С. 69-70.

9. Ибрагимхалилова И.В., Еремина О.Ю. Разработка метода оценки отравленных приманок и сравнение контактного и кишечного действия инсектицидов на примере комнатной мухи *Musca domestica* L. // Агрохимия. 2007. № 12. С. 56-62.

10. Еремина О.Ю., Ибрагимхалилова И.В. Изучение механизма действия неоникотиноидов на комнатных мух и рыжих тараканов с помощью синергистов / Актуальные вопросы теории и практики дезинфектологии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию ФГУН НИИ дезинфектологии Роспотребнадзора: В 2 т. Т.2. 2008. С. 35-37.

11. Ibragimkhalilova I.V., Eremina O. Yu. Different neonicotinoid susceptibility in insect species (house fly, German cockroach, and rat flea) / ICUP 2008. Hungary. P. 481.