

Изучение контактного и фумигационного действия летучих пиретроидов на комнатных мух

Еремина О. Ю., доктор биол. наук, Ибрагимхалилова И. В., ФБУН НИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора, 117246, Москва, Научный проезд, 18
Бендрышева С. Н., ООО «УК Биогард», Центр инноваций и разработок

Проведено сравнение инсектицидного действия трех летучих пиретроидов (эмпентрина, трансфлутрина и метофлутрина) по отношению к комнатным мухам *Musca domestica* L. чувствительной расы Соорег при контактном и фумигационном воздействии. Показано, что трансфлутрин более эффективен, чем эмпентрин и метофлутрин, при контактном и фумигационном действии. Отмечено, что для метофлутрина характерен нестабильный паралич насекомых, выражающийся в высокой обратимости действия инсектицида.

Ключевые слова: трансфлутрин, эмпентрин, метофлутрин, комнатные мухи, контактное и фумигационное действие.

Введение

Инсектицидные средства для уничтожения летающих насекомых в виде пластин и жидкостей для электрофумигаторов, а также картонных пластин, пассивно испаряющих летучие инсектициды, широко используются во всем мире. В процессе испарения (пассивного или посредством нагрева с помощью электрофумигатора) действующее вещество (ДВ) переходит в воздух и поражает насекомых, вызывая у них нокдаун-эффект (парализацию) и гибель. В качестве ДВ в средствах такого рода достаточно часто содержится эмпентрин, трансфлутрин и метофлутрин [1, 5]. Эмпентрин (Вапортрин) («Сумитомо Кемикал», Япония), обладающий наибольшей летучестью (табл. 1), в основном входит в состав антимольных средств, а также пластин и жидкостей для электрофумигаторов, предназначенных для борьбы с летающими насекомыми. Трансфлутрин (Байотрин) («Байер», Германия) обладает высоким острым действием в отношении насекомых и вызывает паралич как при контактном, так и при фумигационном действии. Трансфлутрин, как самостоятельно, так и в смеси с другими пиретроидами, используют в электрофумигирующих средствах (пластинах,

жидкостях, таблетках), спиралях, пепелаторах (прибор на батарейках с фен-системой) и средствах в аэрозольных упаковках для борьбы с летающими насекомыми. Высокая летучесть трансфлутрина позволяет использовать его и в составе антимольных пластин [<http://fp.crc.ru/gosregfr/>].

Метофлутрин (СумиВан) – летучий инсектицид, разработан фирмой «Сумитомо Кемикал» (Япония). Обладает высокой парализующей активностью (вызывает быстрый нокдаун-эффект) для комаров (в 40 раз выше, чем d-аллетрин). За рубежом выпускают ряд препаративных форм, содержащих метофлутрин: спирали, жидкостные фумигаторы и пепелатор, а так же диспенсеры (бумажные или резиновые) [5–7].

Токсикологические характеристики летучих пиретроидов, приведенные в табл. 1, позволяют охарактеризовать их как вещества, относительно безопасные для человека.

Пиретроиды вызывают прогрессирующую серию симптомов отравления, включающую гиперактивность, атаксию (нарушение координации движений), конвульсии, конечный паралич и гибель насекомых. Интенсивность проявления

Таблица 1

Физико-химические и токсикологические характеристики летучих пиретроидов (цит. по базе данных Pesticide Properties Data Base)

Инсектицид	Давление паров при 25°C (мПа)	Log K _{ow}	ЛД ₅₀ (мг/кг) перорально	ЛД ₅₀ (мг/кг) наочно	СК ₅₀ (мг/л) ингаляционно	ПДК/ОБУВ в.р.з. мг/м ³
d-эмпентрин	14,0	6,21	> 2000	> 2000	1,08	/1,0
трансфлутрин	0,9	5,46	> 5000	> 5000	0,513	/1,0
метофлутрин	0,947	5,03	> 3500	> 2000	> 4,61	3,0

Примечание: Log K_{ow} – коэффициент распределения в системе октанол/вода при pH 7, 20°C; в.р.з. – воздух рабочей зоны

симптомов отравления зависит от вида насекомых, примененного ДВ и способа нанесения. Под действием пиретроидов у насекомых наблюдается состояние нокдауна – быстрый, часто обратимый паралич.

Комнатная муха *Musca domestica* L. является классическим модельным объектом для изучения различных вопросов физиологии и биохимии насекомых, а также энтомотоксикологии, благодаря короткому циклу развития, легкости разведения и получения особей в достаточном количестве. Для комнатных мух проявление состояния нокдауна выражается в неспособности насекомого к передвижению вверх по стеклянной поверхности и легко фиксируется в эксперименте.

С целью разработки современных инсектицидных средств проведено сравнение контактной и фумигационной активности летучих пиретроидов для комнатных мух.

Материалы и методы

В экспериментах использовали технические продукты: трансфлутрин (Байотрин, флайтрин) 95% (Китай), (2,3,5,6-тетрафторфенил) метил (1*R*,3*S*)-3-(2,2-дихлороэтиленил)-2,2-диметилциклопропан карбоксилат; метофлутрин (СумиВан) 95% (Япония), 2,3,5,6-тетрафтор-4-(метоксиметил) бензил (*EZ*)-(1*RS*,3*RS*;1*RS*,3*SR*)-2,2-диметил-3-проп-1-енилциклопропан карбоксилат; d-эмпентрин (Вапортрин) 95% (Китай), (*E*)-(1*RS*)-1-этинил-2-метилпент-2-енил(1*RS*)-цис-транс-2,2-диметил-3-(2-метилпроп-1-енил)циклопропан карбоксилат.

Образцы пластин для изучения фумигационной активности летучих пиретроидов при пассивном испарении готовили следующим образом: на подложку из фильтровального картона (37 × 67 × 0,5) мм равномерно наносили 0,4 г пропиточного раствора, содержащего 12,5% соответствующего инсектицида и 87,5% углеводородного растворителя.

Образцы пластин для изучения фумигационной активности летучих пиретроидов при испарении с помощью электрофумигатора готовили следующим образом: на стандартную пластину (23 × 35 × 2,3) мм наносили 0,1 г пропиточного раствора соответствующего состава. Пропитанные подложки или пластины герметично запаивали в фольгоплен. Упаковку вскрывали непосредственно перед экспериментом.

Образцы жидкостей для электрофумигатора представляют собой флаконы, заполненные раствором инсектицида в углеводородном растворителе, снабженные карбоновым фитилем. После заполнения флакон с жидкостью и фитилем

оставляли на 5–10 суток для полного насыщения фитиля раствором. Жидкость испаряли в течение 25–50 часов, рассчитывали скорость испарения жидкости и выбирали образцы с одинаковыми значениями скорости испарения. Концентрация инсектицидов в изучаемых жидкостях составляла 6%. Температура нагревательной площадки электрофумигатора – 165°C.

В настоящем исследовании использовали имаго комнатных мух *Musca domestica* L. чувствительной расы Cooper (сытые имаго, 3–6-дневного возраста, массой 18,1±1,75 мг/особь без разделения по полу), культивируемой в ФБУН НИИ Дезинфектологии.

Инсектицидное действие пиретроидов на комнатных мух определяли по стандартным методам [3]: контактную инсектицидность – при помощи метода топикальной обработки. Капли ацетоновых растворов инсектицидов (1 мкл) наносили на переднегрудку комнатных мух, анестезированных медицинским эфиром. Насекомых, лежащих на спине, не способных самостоятельно перевернуться, относили к погибшим и определяли показатели CK_{50}/CK_{95} в % (среднесмертельные концентрации, обеспечивающие 50%/95% -ю гибель подопытных насекомых). Учет поражения и смертности насекомых проводили через 24 часа после обработки.

Скорость наступления паралича при контактном способе воздействия у 50% (95%) подопытных насекомых (KT_{50} и KT_{95} , мин) определяли путем подсадки комнатных мух (по 10 особей) в обработанные ацетоновыми растворами ДВ и высушенные стеклянные биологические пробирки. Норма расхода раствора 1 мл/дм², плотность нанесения инсектицида выражали в мг ДВ/дм². Проявление состояния нокдауна у комнатных мух при воздействии пиретроидов характеризуется неспособностью насекомого ползти вверх по вертикальной стенке стеклянного сосуда. Учет наступления нокдаун-эффекта проводили каждую минуту после подсадки до полного поражения насекомых. Использовали ацетоновые растворы инсектицидов в виде серий логарифмически снижающихся концентраций. Определяли показатели KT_{50} (KT_{95}) – время, за которое 50/95% подопытных насекомых достигают состояния нокдауна.

Фумигационное действие инсектицидов при их пассивном испарении изучали путем помещения пропитанных ДВ картонных пластин в среднюю часть стеклянных сосудов разного объема (5 и 10 л). Комнатных мух по 100–150 шт. выпускали в сосуды и фиксировали время наступления нокдаун-эффекта с интервалом 5–15 мин

Таблица 2

Сравнительная инсектицидность летучих пиретроидов для комнатных мух при топикальном нанесении

Пиретроид	СК ₅₀ , %	СК ₉₅ , %	Сравнительная инсектицидность по СК ₅₀ , %
трансфлутрин	0,00070 (0,00054-0,0091)	0,002 (0,0015-0,0026)	1
эмпентрин	0,0080 (0,0062-0,0104)	0,022 (0,017-0,029)	0,09
метофлутрин	0,0020 (0,0010-0,0017)	0,010 (0,008-0,013)	0,35

Таблица 3

Время наступления нокдауна у комнатных мух при контакте с отложениями летучих пиретроидов на стекле

Пиретроид	Концентрация отложений инсектицида на поверхности, мг ДВ / дм ²					
	0,01		0,1		1,0	
	КТ ₅₀ , с	КТ ₉₅ , с	КТ ₅₀ , с	КТ ₉₅ , с	КТ ₅₀ , с	КТ ₉₅ , с
трансфлутрин	63,7±9,3	102,3±11,5	49,0±4,5	60,7±7,3	39,3±5,7	46,7±8,9
эмпентрин	354,3±20,6	565,8±43,7	143,4±11,2	206,0±19,6	52,4±6,8	69,3±9,3
метофлутрин	122,1±10,5	171,6±23,4	55,1±5,8	77,6±8,5	30,2±1,9	45,0±7,6
Контроль	Проявления состояния паралича отсутствуют					

в течение 1 часа и далее каждые 30 мин в течение 6–7 часов. Определяли динамику наступления паралича у насекомых и время наступления нокдаун-эффекта (КТ₅₀ и КТ₉₅). Гибель насекомых учитывали через 24 часа.

Эксперименты по определению сравнительной эффективности электрофумигирующих средств проводили в камере объемом 0,5 м³ с оболочкой из полиэтилена и в комнате объемом 10,6 м³. В камеру выпускали около 100 имаго комнатных мух. В экспериментах, проводимых в комнате, 100 мух помещали в садок объемом 8 дм³ с оболочкой из мелкоячеистой сетки (фатин). Садок размещали в центре помещения на расстоянии 1 м от электрофумигатора. По секундомеру определяли динамику наступления паралича у насекомых и время наступления нокдаун-эффекта (КТ₅₀ и КТ₉₅). В каждом варианте опыта использовали новый электрофумигатор, который перед проведением испытания в камере прогревали в течение 45 мин, а в комнате использовали устройство без предварительного прогрева. Комнату после проведения эксперимента проветривали в течение нескольких часов, оболочку камеры заменяли.

Повторность опытов трехкратная. Опыты проводили при постоянной температуре воздуха (23±2°С) и относительной влажности >50%. Статистическую обработку полученных данных проводили по П. В. Попову [4] и с помощью компьютерной программы «Microsoft Office Excel 2003».

Результаты и обсуждение

1. Сравнительная контактная активность летучих пиретроидов для комнатных мух

Сравнение контактной активности трех летучих пиретроидов при нанесении 1 мкл ацетоновых растворов на среднеспинку имаго комнатных мух показало, что все они высоко активны. Наибольшей контактной токсичностью обладает трансфлутрин, далее в порядке убывания инсектицидности по показателю СК₅₀ (%) располагаются метофлутрин (в 2,9 раза менее инсектициден) и эмпентрин (в 11,4 раза менее инсектициден). По показателю СК₉₅ зависимость убывания инсектицидности в ряду сохраняется (табл. 2).

При подсадке имаго комнатных мух на стекло, обработанное ацетоновыми растворами инсектицидов, проведено сравнение времени проявления нокдаун-эффекта под действием летучих пиретроидов при контактом способе воздействия инсектицидов. При испытании в одинаковых дозах наибольшей активностью обладает трансфлутрин (табл. 3). Так, при контакте с отложениями инсектицидов в концентрации 0,01 мг ДВ / дм², проявление нокдауна у 50% насекомых (КТ₅₀) наблюдали через 64 с при действии трансфлутрина, что в два раза быстрее, чем при действии метофлутрина (122 с), и в 5,5 раз быстрее, чем эмпентрина (354 с). Таким образом, при использовании летучих пиретроидов в средствах, обеспечивающих контактный способ воздействия на насекомых, максимальная эффективность достигается при использовании в качестве ДВ трансфлутрина.

Таблица 4

Уравнения зависимости времени наступления нокдауна у комнатных мух KT_{50} и KT_{95} от логарифма концентрации инсектицида на поверхности (мг ДВ/дм²) (коэффициент корреляции R не менее 95%)

Пиретроид	Уравнение KT_{50}	Уравнение KT_{95}
трансфлутрин	$y = -5,30\ln(x) + 38,47$	$y = -12,07\ln(x) + 42,1$
эмпентрин	$y = -65,56\ln(x) + 32,42$	$y = -107,80\ln(x) + 32,12$
метофлутрин	$y = -19,96\ln(x) + 23,18$	$y = -27,49\ln(x) + 34,77$

Примечание: y – показатель инсектицидности KT_{50} или KT_{95} ; x – концентрация инсектицида на поверхности (мг ДВ/дм²)

При посадке на поверхность с 10-кратно увеличенной концентрацией инсектицида (0,1 мг ДВ/дм²) время наступления нокдаун-эффекта по показателю KT_{50} для трансфлутрина сокращается в 1,3 раза, для метофлутрина – в 2,2 раза, эмпентрина – в 2,5 раза. При увеличении концентрации еще в 10 раз (1,0 мг ДВ/дм²) показатель KT_{50} для трансфлутрина снижается в 1,25 раза, для метофлутрина – в 1,8 раза, для эмпентрина – в 2,7 раза. Аналогичные зависимости наблюдаются и по показателю KT_{95} .

Установлено, что зависимость времени наступления паралича у 50/95% насекомых (KT_{50} и KT_{95}) от логарифма концентрации инсектицида (мг ДВ/дм²) на поверхности имеет линейный характер. Уравнения зависимости KT_{50} и KT_{95} от концентрации инсектицида представлены в табл. 4. Следует отметить, что при повышении концентраций пиретроидов показатели KT_{50} для соединений разного химического строения сближаются (этот факт установлен и при сравнении показателей KT_{95}).

Как видно из табл. 4, коэффициент пропорциональности между значениями KT_{50} и KT_{95} и концентрацией летучего пиретроида на поверхности максимален для эмпентрина, наименьшее значение коэффициента пропорциональности – у трансфлутрина, промежуточное значение соответствует метофлутрину. В результате можно ожидать, что при использовании в средствах в качестве ДВ трансфлутрина, разбавление исходных концентраций инсектицида наименее сказывается на эффективности конечного продукта, по сравнению с использованием эмпентрина и метофлутрина.

Таким образом, при топикальном нанесении токсичность трансфлутрина в 11,4 раза выше, чем таковая для эмпентрина и в 2,9 раза выше, чем для метофлутрина. Скорость наступления нокдаун-эффекта при контакте насекомых с отложениями трансфлутрина на стеклянной поверхности в 5,5 раза выше, чем при контакте с эмпентрином. Различия в инсектицидности трансфлутрина и эмпентрина при двух методах исследования

можно объяснить наличием фумигационной составляющей при посадке насекомых в обработанные биологические пробирки (условно замкнутый объем). Так, кроме проникновения через кутикулу лапок мух при контакте с отложениями инсектицидов на стенке пробирки, может происходить проникновение инсектицидов в виде паров через дыхальца при пассивном испарении инсектицида. Отравление насекомых ускоряется под действием более высоколетучего эмпентрина. Различия в токсичности трансфлутрина и метофлутрина, обладающих практически одинаковой летучестью, гораздо менее выражены.

Это предположение подтверждается и экспериментальными данными, полученными при изучении сравнительной инсектицидности изомеров праллетрина, летучесть которых мала (0,013 мПа) [2]. Соотношение токсичности при топикальном нанесении на комнатных мух двух образцов с разным содержанием активного изомера праллетрина составляет по показателю SK_{50} – 1,5 раза, а по скорости наступления нокдаун-эффекта при контакте с отложениями инсектицида (0,1 мг/дм²) на стекле – 1,7 раза, то есть различия статистически не значимы. Отсутствие различий в соотношениях свидетельствует об отсутствии фумигационной составляющей.

2. Сравнительная фумигационная активность летучих пиретроидов для комнатных мух при пассивном их испарении с картонных пластин

Проведено сравнение инсектицидности пластин, пропитанных эмпентрином, трансфлутрином или метофлутрином в одинаковых концентрациях (доза 50 мг/пластину), при пассивном испарении инсектицида с поверхности. Несмотря на то, что летучесть трансфлутрина сравнима с таковой метофлутрина, а летучесть эмпентрина в 15 раз выше (табл. 1), наиболее быстрое фумигационное действие на комнатных мух проявляют пластины, содержащие трансфлутрин (табл. 5). Показатель KT_{50} при действии трансфлутрина составляет менее 10 мин в 5-литровых сосудах и около 22 мин в 10-литровых сосудах. По-видимому, это связано

Таблица 5

Сравнительная фумигационная активность трех пиретроидов (доза 50 мг/пластину) на комнатных мух при пассивном испарении с пластин в сосудах разного объема

ДВ	Сосуд объемом 5 л		Сосуд объемом 10 л	
	КТ ₅₀ , мин	КТ ₉₅ , мин	КТ ₅₀ , мин	КТ ₉₅ , мин
Трансфлутрин	9,0±3,0	22,1±2,3	24,0±0,04	60,3 ±4,5
Эмпентрин	20,3±3,4	40,7±5,4	38,6 ±0,06	110,8 ±10,2
Метофлутрин	12,2±2,1	34,0*	18,3 ±0,05	45,0*
Контроль	Проявления паралича отсутствуют			

Примечание: * обратимый нокдаун

с его большей инсектицидностью для комнатных мух по сравнению с эмпентрином и метофлутрином, установленной в эксперименте по определению контактного действия (табл. 2).

Эмпентрин за счет высокой летучести оказывает достаточно быстрое инсектицидное действие на мух. Различия в инсектицидности между эмпентрином и трансфлутрином при их пассивном испарении составляет по показателю КТ₅₀ 2,25 раза в сосуде объемом 5 л и 1,6 раза – объемом 10 л, а по показателю КТ₉₅ – 1,84 раза в сосудах обоих объемов. При действии эмпентрина и трансфлутрина смертность насекомых при учете через 24 часа составила 100% и не зависела от объема экспериментального сосуда.

Метофлутрин обладает высокой парализующей активностью, по показателю КТ₅₀ в 1,66–2,1 раза более быстрой, чем таковая эмпентрина. По показателю КТ₉₅ различия в инсектицидном действии сохраняются, однако состояние нокдауна у комнатных мух под воздействием метофлутрина нестабильно, и насекомые оживают в ходе эксперимента. Полного поражения комнатных мух не удается достигнуть даже через 24 часа пассивной фумигации – смертность составляет 85,4%. Полученные результаты иллюстрируют существование прямой зависимости проявления симптомов отравления насекомых от объема экспериментального сосуда (табл. 5).

Таким образом, в средствах, разрабатываемых для уничтожения насекомых, в основе которых лежит принцип пассивного испарения ДВ с поверхности пластины, целесообразно использовать трансфлутрин или эмпентрин, причем в первом случае высокоэффективных результатов можно достичь при меньшем содержании ДВ.

3. Сравнительная фумигационная активность летучих пиретроидов для комнатных мух при активном испарении с помощью электрофумигатора

Как было отмечено выше, метофлутрин проявляет низкую эффективность в отношении мух

при увеличении объема условно замкнутого пространства. Следовательно, можно ожидать, что средства на основе метофлутрина, используемые с электрофумигатором и рассчитанные на работу в помещениях, значительно превышающих экспериментальные объемы, будут заметно уступать средствам на основе трансфлутрина и эмпентрина. Поэтому при изучении фумигационной активности летучих пиретроидов при активном испарении ДВ с помощью электрофумигатора образцы, содержащие метофлутрин, исключены из схемы эксперимента.

При изучении действия жидкостей для электрофумигатора с одинаковым содержанием инсектицида (6%) в камере объемом 0,5 м³, установлено, что трансфлутрин более инсектициден, чем эмпентрин, однако различия между ними минимальны (табл. 6). Поскольку в предыдущих опытах показана прямая зависимость скорости проявления состояния нокдауна от экспериментального объема, а данная препаративная форма предполагается к использованию в помещениях, объем которых в десятки раз превышает объем камеры, нами проведена серия экспериментов в комнате объемом 10,6 м³.

Эксперименты в комнате показывают, что жидкость на основе эмпентрина малоэффективна в отношении комнатных мух. Так, 50%-е поражение насекомых получено только через 200 мин, а показателя 95%-го поражения насекомых достичь не удается. После 6-часовой экспозиции и проветривания, мухи оживают практически полностью, их смертность при учете через 24 часа составляет 15% (табл. 6). Таким образом, эффективность жидкости на основе 6% эмпентрина в отношении комнатных мух при приближении к реальным условиям применения становится неудовлетворительной по показателям КТ₅₀, КТ₉₅ и смертности насекомых через 24 ч. Полученные результаты хорошо согласуются с полученными ранее данными по времени наступления нокдауна у комнатных мух при контакте с отложениями летучих пиретроидов на стекле (табл. 3).

Таблица 6

Сравнительная фумигационная активность летучих пиретроидов для имаго комнатных мух при активном испарении с помощью электрофумигатора

ДВ	Конц. ДВ, %	Показатели инсектицидности		Ожило особей при учете через 24 часа, %
		КТ ₅₀ , мин	КТ ₉₅ , мин	
Жидкости в камере объемом 0,5 м ³				
Эмпентрин	6,0	12,0±1,3	22,5±2,7	0
Трансфлутрин	6,0	10,0±1,3	14,5±3,1	0
Жидкости в помещении объемом 10,6 м ³				
Эмпентрин	6,0	200±30,0	н.д.	85,0±10,0
Трансфлутрин	6,0	50,0±6,0	85,0±6,7	11,0±3,0
Трансфлутрин ППБ	6,0 1,0	25,0±3,0	35,0±3,4	6,3±1,2
Пластины в помещении объемом 10,6 м ³				
Эмпентрин	50	35,0±4,5	45,0±2,5	24,0±5,0
Эмпентрин ППБ	27 16	35,0±4,1	45,0±5,5	46,3±5,0
Трансфлутрин ППБ	20 15	20,0±1,9	45,0±3,5	0,6±0,1
Трансфлутрин ППБ	30 15	18,5±1,9	29,5±1,8	0,6±0,1

Примечание: н.д. – показатель не достигнут

Активность жидкости на основе 6% трансфлутрина в 4 раза выше активности жидкости на основе 6% эмпентрина, и 50%-е поражение насекомых наступает через 50 мин, а показатель КТ₉₅ достигается через 85 мин. Проветривание помещения после поражения насекомых не приводит к значительному восстановлению жизненных функций пораженных насекомых. Через 24 ч оживает только 11% мух. Таким образом, показана меньшая обратимость инсектицидного действия трансфлутрина и его преимущества при использовании в помещениях в сравнении с эмпентрином. Добавление к раствору трансфлутрина синергиста пиперонилбутоксида (ППБ) в концентрации 1% повышает инсектицидность средства и скорость проявления состояния паралича (табл. 6). Смертность мух через 24 часа также выше, т. е. обратимость паралича снижается.

Испытания по изучению эффективности действия пластин для электрофумигатора на комнатных мух проведены только в помещении. Пластины, содержащие эмпентрин, демонстрируют удовлетворительные результаты по показателям КТ₅₀ и КТ₉₅, однако обратимость нокдауна составляет 24–46%. Кроме того, возникает риск восстановления жизненных функций насекомого при снижении концентрации инсектицида в воздухе. В эксперименте с пластинами, содержащими в качестве ДВ эмпентрин, показано, что сниже-

ние количества ДВ в 1,85 раза (с 50 мг до 27 мг/пластину) можно компенсировать добавлением синергиста ППБ, однако обратимость паралича у насекомых возрастает в 2 раза.

Пластины на основе трансфлутрина с содержанием ДВ 20 мг/пластину в смеси с ППБ (15 мг/пластину) высоко эффективны. Их действие характеризуется быстрым наступлением состояния паралича (КТ₅₀ = 20 мин, КТ₉₅ = 45 мин) и минимальной обратимостью паралича (выжило всего 0,6% мух). Дальнейшее повышение содержания трансфлутрина (30 мг/пластину) практически не отражается на значении показателя КТ₅₀, однако при этом значение показателя КТ₉₅ улучшается в 1,52 раза. Обратимость действия сохраняется на низком уровне.

Сравнение установленных в экспериментах показателей инсектицидности для комнатных мух КТ₅₀ и КТ₉₅, при испытании пластин с одинаковым содержанием трансфлутрина и эмпентрина, показало превосходство трансфлутрина. Обратимость инсектицидного действия трансфлутрина существенно ниже, чем эмпентрина, и смертность насекомых составляет более 99%.

Сравнение инсектицидности летучих пиретроидов (трансфлутрина, эмпентрина и метофлутрина) в отношении комнатных мух с использованием нескольких методов показало высокую эффективность трансфлутрина как

при контактном, так и фумигационном путях воздействия.

Список использованной литературы

1. Баканова Е.И. Электрофумигирующие и фумигирующие средства для уничтожения летающих насекомых в помещениях и на открытом воздухе: анализ ассортимента по препаративным формам, целевым объектам, действующим веществам, производителям за период с 2003 по 2009 гг. // Пест-менеджмент. 2010. №1. С. 38-44.

2. Бендрышева С.Н., Ахлынина Е.В., Еремина О.Ю. Изучение инсектицидной активности субстанций праллетрина различного изомерного состава // Прикладная энтомология. 2011. № 2 (4). С. 44-49.

3. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Руководство Р 4.2.2643-10. М. Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2011. 615 с.

4. Попов П.В. Статистический анализ опытных данных с помощью линии регрессии "доза пестицида – активность" // Химия в с.х. 1965. №10. С.72-74.

5. Iwasaki T. A new synthetic pyrethroid, metofluthrin, as an excellent active ingredient for fan vaporizers // SP World. 2007. № 35. P. 2-6.

6. Ishiwatari T., Sugano M. Serit M. Biological efficacy summary of SumiOne in mosquito coil and

liquid vaporizer – its outstanding features // SP World. 2010. № 38. P. 3-6.

7. Matsumoto O., Watanabe K. SumiOne resin emanator, a new type of "energy-free" device for mosquito control // SP World. 2009. № 37. P. 3-6.

Study of the contact and fumigation action of volatile pyrethroids on houseflies

Eremina O. Yu, Doctor of Biology, Ibragimhalilova I. V, Scientific Research Disinfectology Institute by Rospotrebnadzor, Nauchny pr., 18, Moscow, 117246.

Bendrysheva S.M., OOO «UK Biograd Center of innovations and development»

A comparison of the effects of three volatile insecticidal pyrethroids (empenthrin, transfluthrin and metofluthrin) to house flies *Musca domestica* L. (sensitive race Cooper) under contact and fumigation ways of the influence have been done. Transfluthrin is shown to be more effective than empenthrin and metofluthrin under contact and fumigation action.

Metofluthrin is noted to cause unstable paralysis of insects, reflected in the high reversibility of the insecticide.

Key words: transfluthrin, empenthrin, metofluthrin, house flies, contact and fumigation action.