

Аналоги ювенильного гормона насекомых: применение в ветеринарии и медицинской дезинсекции

Еремина О. Ю.¹, Олехнович Е. И.^{1,2}, Рославцева С. А.¹

¹ФБУН НИИ дезинфектологии Роспотребнадзора, 117246, г. Москва, Научный проезд, д. 18

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина», 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23

Приведены материалы по зарубежным и отечественным источникам последних лет, посвященные механизму действия и практическому применению аналогов ювенильного гормона (АЮГ) в области ветеринарии и медицинской дезинсекции.

Изучение функциональных особенностей нейроэндокринной системы членистоногих позволило синтезировать новую группу инсектоакарицидных средств – регуляторов развития насекомых и клещей (РРН). Эта группа объединяет соединения, которые по механизму действия являются аналогами природных гормонов насекомых (аналоги ювенильного гормона, антагонисты и ингибиторы гормонов линьки), и соединения, механизм действия которых основан на ингибировании биосинтеза хитина (производные бензоилфенилмочевины и др.).

Широкое практическое применение в области ветеринарии и медицинской дезинсекции получили препараты на основе соединений группы аналогов ювенильного гормона (ювеноиды, АЮГ). Введение этих соединений в организм насекомого вызывает нарушение естественного цикла развития и фатально сказывается на судьбе всей популяции, приводя к сокращению потомства и появлению особей с морфологическими и физиологическими изменениями, часто несовместимыми с жизнью [10, 14]. Активные ювеноиды найдены не только среди веществ, структурно близких к нативным ювенильным гормонам, но и среди соединений, строение которых лишь отдаленно напоминает их структуру (табл. 1) [77].

В настоящее время из 7 соединений, входящих в подгруппу АЮГ (пирипроксифен, метопрен, гидропрен, трипрен, кинопрен, феноксикарб, эпофенонан), практическое применение нашли только 4 (табл. 1). Все ювеноиды малотоксичны для теплокровных животных как при пероральном введении и накожном нанесении, так и при ингаляционном воздействии (табл. 2). Оценка возможности хронического отравления ювеноидами свидетельствует об их слабо выраженной кумуляции в организме (коэффициент кумуляции – более 5). По скорости разложения

на нетоксичные продукты в природных условиях большинство активных ювеноидов может быть отнесено к малостойким соединениям, время разложения которых не превышает месяца. Таким образом, АЮГ оказывают минимальное отрицательное воздействие на окружающую среду, человека и нецелевые организмы [43].

Интерес исследователей к инсектицидам группы АЮГ характеризуется количеством работ, опубликованных по результатам исследования каждого соединения [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>]. Наибольшее количество научных работ посвящено метопрену – 614 источников, пирипроксифену – 283, феноксикарбу – 151, и гидропрену – 67 источников (за период 1970-2014 гг.). К примеру, в обзорной статье [11] приведено 287 ссылок на работы с 1965 по 1987 гг., касающиеся синтеза, методов анализа и биологической активности метопрена.

Механизм действия соединений из группы АЮГ

Метаморфоз насекомых является глубокой перестройкой внутреннего и внешнего строения организма на протяжении его жизни. Постэмбриональное развитие насекомых с неполным превращением (Hemimetabola) делится, как правило, на две четко ограниченные стадии: личинку и имаго, тогда как насекомые с полным превращением (Holometabola) проходят дополнительную стадию куколки.

Действие АЮГ несколько различно для этих двух групп насекомых. По данным японских исследователей [66], на насекомых с полным превращением ювеноиды действуют только в определенные периоды их развития, тогда как на насекомых с неполным превращением эффект распространяется и на личинок младших возрастов (рис. 1). Это связано с тем, что введение экзогенного аналога в тот период, когда титр

Таблица 1

Химические названия и структурные формулы ювенильного гормона насекомых и соединений группы АЮГ, имеющих практическое применение

[<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>]

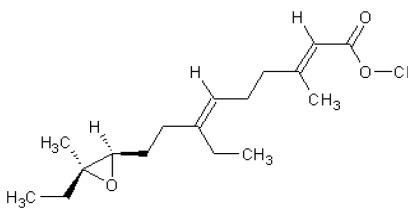
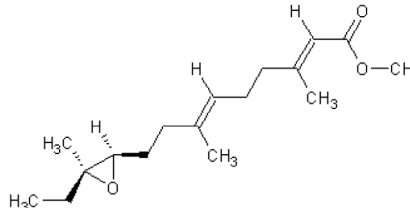
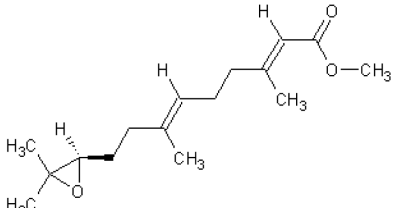
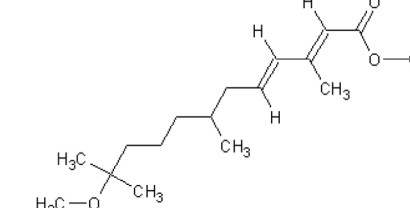
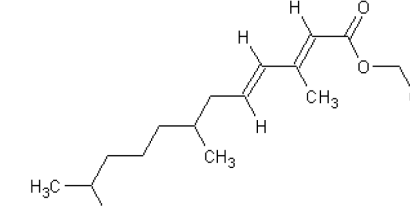
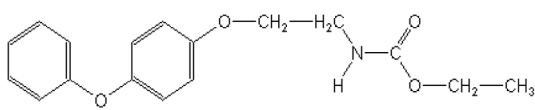
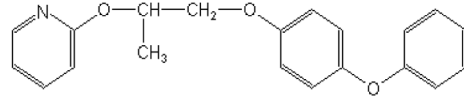
Название/ брутто формула	Структурная формула / химическое название IUPAC
Ювенильный гормон I $C_{18}H_{30}O_3$	 <p>метил (2E,6E,10Z)-10,11-эпокси-7-этил-3,11-диметил-2,6-тридекадиеноат</p>
Ювенильный гормон II $C_{17}H_{28}O_3$	 <p>метил (2E,6E,10Z)-10,11-эпокси-3,7,11-триметил-2,6-тридекадиеноат</p>
Ювенильный гормон III $C_{16}H_{26}O_3$	 <p>метил (2E,6E,10R)-10,11-эпокси-3,7,11-триметил-2,6-додекадиеноат</p>
Метопрен $C_{19}H_{34}O_3$	 <p>изопропил (E,E)-(RS)-11-метокси-3,7,11-триметилдодека-2,4-диеноат</p>
Гидропрен $C_{17}H_{30}O^2$	 <p>этил (E,E)-(RS)-3,7,11-триметилдодека-2,4-диеноат</p>
Феноксикарб $C_{17}H_{19}NO_4$	 <p>этил 2-(4-феноксифенокс)этилкарбамат</p>
Пирипроксифен $C_{20}H_{19}NO_3$	 <p>4-феноксифенил (RS)-2-(2-пиридилокси)пропиловый эфир</p>

Таблица 2

Физико-химическая и токсикологическая характеристика соединений группы АЮГ по базе данных Pesticide Properties

Data Base <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>

Название	Растворимость в воде при 20°C, мг/л	Log P октанол / вода	Летучесть, мПа	Токсичность для теплокровных		
				ЛД ₅₀ перорально, мг/кг	ЛД ₅₀ наочно, мг/кг	ЛК ₅₀ при ингаляции, мг/л
Пирипроксифен	0,37	5,37	0,0133 нелетучий	> 5000	> 2000	> 1,3
Гидропрен	0,54	3,75	40,0 летучий	> 5000	> 5000	5,5
Метопрен	0,52	5,0	3,16 летучий	> 34600	> 2000	210
Феноксикарб	7,9	4,07	0,000867 нелетучий	> 10000	> 2000	> 4,4

истинного гормона в организме насекомого минимален («критический период»), вызывает эффекты, отсутствующие при нормальном течении метаморфоза [1, 2, 3, 12, 23]. При действии АЮГ нарушается морфогенез на протяжении всего цикла развития; отсутствует выплод (вылет) имаго; появляются имаго с необратимыми морфоструктурными и физиологическими изменениями в организме, часто несовместимыми с жизнью. Последствия действия АЮГ на насекомых выражаются в задержке или подавлении эмбриогенеза в яйце, задержке развития личиночной стадии, бесплодии, вызванном морфологическими изменениями половых органов, гибели куколок [23, 30, 31, 60, 73, 77].

АЮГ неблагоприятно действуют на репродуктивную способность насекомых (плодовитость

имаго и жизнеспособность яиц), полученных из обработанных личинок последнего возраста, или при непосредственном нанесении на имаго топикально [23, 48, 51]. Обработка насекомых препаратами группы АЮГ снижает массу и продуктивность секреторных желез и вызывает их деформацию, ингибирует развитие яичников, вызывает гистологические и гистохроматические нарушения в них, в ооцитах снижает синтез вителлогенинов, углеводов, белков и липидов [48, 69, 75]. Морфологические нарушения, вызываемые ювеноидами у насекомых, разнообразны: образование промежуточных особей – «адультиоидов», гигантских, сильно меланизированных личинок, недоразвитых куколок с развитой головой имаго и т. п. (рис. 2) [1, 2, 3, 12, 23].



Рис. 1. Действие АЮГ на насекомых [66]

Пирипроксифен выделяется среди других аналогов ювенильного гормона тем, что является токсичным не только для личинок и куколок, но и для имаго блох [65]. Данный эффект проявляется спустя некоторое время после обработки: более 50 % особей погибают через 7 дней, смертность 90–100% наблюдается спустя 10 дней. Это обусловлено тем, что пирипроксифен вызывает необратимые гистопатологические изменения эпителиальных тканей – аутолизис созревающих ооцитов. Повреждение фолликулярных эпителиальных клеток у обработанных блох приводит к образованию плохо сформированного хориона, который не способен выдерживать давление мышц яйцевода при овуляции. В результате содержимое яиц попадает в яйцевод, а откладываются только пустые оболочки. Яйца, которые выдерживают давление яйцевода при откладке яиц, обычно не имеют ядра, что приводит к невозможности формирования зиготы. Также пирипроксифен предотвращает формирование бластодермы в яйце. Под действием пирипроксифена у личинок комаров *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) обнаружены изменения в ультраструктуре наружного покрова [37], у личинок пчелы *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) установлена задержка роста летательной мышцы [30].

Известно, что гидропрен в концентрации 50 мг/кг субстрата на 75–86 % подавляет выплод личинок из яиц и полностью препятствует появлению взрослых особей кожеедов *Trogoderma inclusum* и *T. variabile* (Coleoptera: Dermestidae), в то время как метопрен подавляет появление взрослых особей всего на 38 % [11]. Пирипроксифен обладает как гормональным, так и отсроченным инсектицидным действием на личинок кожееда Смирнова *Attagenus smirnovi*, выраженным овицидным и псевдоовицидным действием, увеличивает степень меланизации кутикулы, приводит к прекращению развития и превращения насекомых и отсутствию выплода имаго [5].

Применение аналогов ювенильного гормона

Ветеринария. Препаративные формы современных инсектоакарицидных ветеринарных препаратов, за исключением инъекционных растворов и пурон-композиций, которые применяют, в основном, в животноводстве, позволяют легко их использовать по назначению, не имея при этом специальных навыков. Очень популярны ошейники, спреи, шампуни с инсектоакарицидным эффектом, капли на холку. Также следует отметить, что применение средств защиты животных должно сопровождаться одновременной

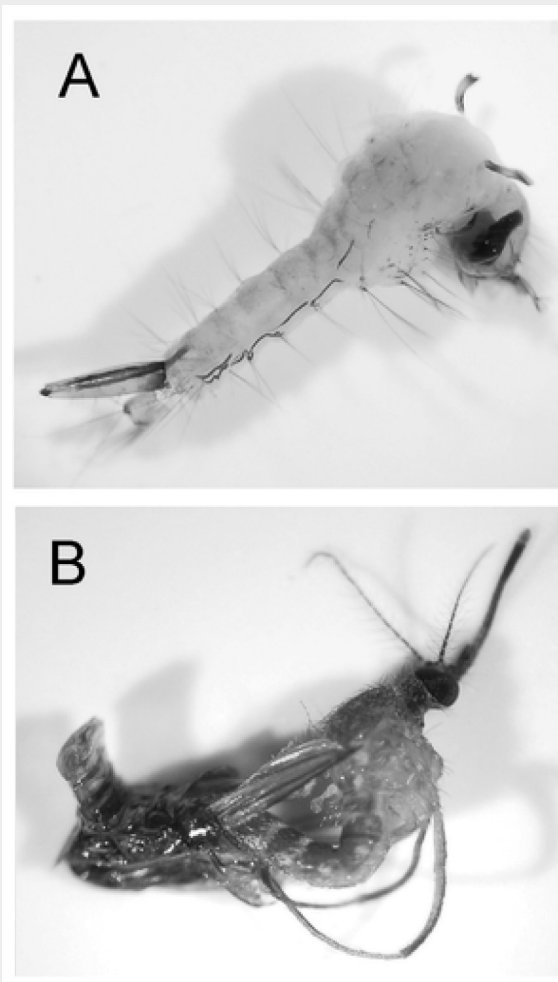


РИС. 2. Влияние аналога ювенильного гормона метопрена на развитие комара *Culex quinquefasciatus*. А – личинка до окукливания; В – взрослая особь с морфологическими изменениями организма после линьки на имаго [52]

обработкой помещений, поскольку некоторые эктопаразиты (клопы, блохи), специфические (комары) и неспецифические (тараканы, мухи) переносчики возбудителей болезней развиваются во внешней среде.

В ветеринарии применяют спреи для защиты от нападения кровососущих насекомых, профилактики и лечения энтомозов (вши, блохи, власоеды), профилактики и лечения поражения иксодовыми и чесоточными клещами. Эти препараты также рекомендуются для обработки предметов ухода и мест содержания животных. Широко распространены средства в виде капель на холку («спот-он») для лечения энтомозов собак и кошек (вши, блохи, власоеды), поражения иксодовыми клещами и защиты от их нападения, также

СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ

используют капли для обработки ушных раковин для лечения псороптоза и отодектоза [38].

Обычно современные ветеринарные препараты содержат АЮГ в смеси с инсектоакарицидами острого действия. Наиболее часто в рецептурах применяют смеси синтетических пиретроидов и фенилпиразолов с *S*-метопреном и пирипроксифеном. Эти препараты малотоксичны для теплокровных животных и человека при соблюдении правил использования, указанных в инструкции. Препараты не обладают тератогенным, мутагенным, канцерогенным действием, фотосенсибилизирующими свойствами, у них низкая аллергенность [24, 36, 38, 41, 74].

За рубежом спектр предлагаемых препаратов для уничтожения эктопаразитов животных весьма широк. В шампунях и спреях в качестве ДВ используют пирипроксифен (0,01–0,25%) или *S*-метопрен (0,07 %) в смеси с натуральными пиретринами (0,15 %) или пиретроидами – перметрином (0,1–1,0 %) и др., фосфорорганическими соединениями – тетрахлолвинфосом (1,0%) и синергистами: ППБ (пиперонилбутоксид) (0,05–1,5%) и МГК–264 (дикарбоксимид) (0,3–0,5 %).

Более разнообразны концентрированные препараты «спот-он», которые содержат ДВ из нескольких химических классов – АЮГ (пирипроксифен 0,44–10,0 %, *S*-метопрен 1,0–10,0%), пиретроиды (перметрин 36,0–45,0 %, *d*-фенотрин 86,0 %, цифлутрин 30 %), неоникотиноиды (динотефуран 5 %, имидаклоприд 9 %), фенилпиразолы (фипронил 10 %), формамидины (амитраз 8 %), фосфорорганические соединения (тетрахлолвинфос 15 %) [35]. Эффективны в течение длительного времени на животных в отношении блох (*Siphonaptera: Pulicidae*) капля на холку со смесью фипронила с (*S*) метопреном, а также тройные смеси фипронила с амитразом и (*S*) метопреном [25].

Отмечена высокая эффективность препарата «Certifect» (6,7 мг/кг фипронила, 8,0 мг/кг амитраза и 6 мг/кг *S*-метопрена) при обработке собак в питомниках для защиты от иксодовых клещей (*Parasitiformes: Ixodidae*) *Dermacentor reticulatus*, *D. variabilis*, *Ixodes scapularis* *I. ricinus*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Amblyomma americanum*, *A. maculatum*, которые являются переносчиками ряда возбудителей заболеваний животных (эрлихиоза, анаплазмоза собак и бабезиозов) [19, 20, 32, 40, 47, 64, 68, 70]. Эффективны в отношении иксодовых клещей препараты «Frontline Combo», содержащие смесь фипронила с *S*-метопреном и «Vectra 3D» – смесь динотефурана с перметрином и пирипроксифеном [22, 42, 46, 50, 57]. Важ-

ными переносчиками возбудителя бабезиоза являются иксодовые клещи *Haemaphysalis longicornis* (Япония) и *H. elliptica* (Южная Африка). Контакт клещей с шерстью собак, обработанных смесью фипронил/*S*-метопрен или цифенотрин/пирипроксифен, обеспечивает смертность 94–98% клещей [41, 45].

Концентрат фипронила 6% с амитразом 7% и (*S*)-метопреном 6% применяют для лечения собак от генерализованного демодекоза, вызванного клещом *Demodex canis* (*Trombidiformes: Demodicidae*). Отмечена высокая эффективность концентрата в течение 3 месяцев после однократной или двукратной обработки [39]. Капли, содержащие смесь *d*-фенотрина с пирипроксифеном, эффективны в отношении ушного клеща кроликов *Psoroptes cuniculi* (*Sarcoptiformes: Psoroptidae*) [39]. Развитие резистентности к применяемым акарицидам у паразита птиц – куриного клеща *Dermanyssus gallinae* (*Mesostigmata: Dermanyssidae*), приносящего значительные убытки в птицеводческих хозяйствах, вынуждает искать альтернативные способы борьбы, одним из которых является применение РРН, в том числе гидропрена и метопрена [28].

РРН достаточно широко применяют для уничтожения личинок комнатных мух *Musca domestica* (*Diptera: Muscidae*) на животноводческих фермах, свалках мусора, в тепличных хозяйствах [27]. В отношении имаго комнатных мух отмечена высокая эффективность генератора дыма, содержащего в качестве действующего вещества метопрен [18].

В нашей стране разрешены для применения на мелких домашних животных средства в форме спрея, содержащие АЮГ (пирипроксифен 0,05–0,15% или *S*-метопрен 0,07–0,1%) в смеси с фипронилом (0,1%–0,5 %) или тетрахлолвинфосом (1,08%). Концентраты в виде капель на холку содержат *S*-метопрен (3–9%), пирипроксифен (2–5%) в смеси с фипронилом (8–10 %) или пиретроидами: цифенотрином (25 %), *d*-фенотрином (85,7%). Наиболее широко известны препараты серий «Мистер Бруно» (ООО «Биогард», Россия), «Фронтлайн» («Мериал», Франция), Hartz (The Hartz Mountain Corporation, США) [<https://irena.vetrif.ru>].

Медицинская дезинсекция. В настоящее время в области медицинской дезинсекции для борьбы с переносчиками возбудителей болезней человека и синантропными членистоногими применяют ряд препаративных форм (порошки, различные концентраты, средства в аэрозольных упаковках, спреи, фоггеры), содержащие в качестве действующего вещества метопрен, пирипроксифен, гидропрен и феноксикарб.

На основе *S*-метопрена наиболее известно средство «Altosid» для борьбы с личинками комаров в водоемах нерыбохозяйственного назначения. Проникновение и последующее распространение вируса лихорадки Западного Нила в США привело к увеличению использования метопрена для борьбы с личинками комаров-переносчиков этого возбудителя [16]. В настоящее время возрастает медицинское значение комара *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) – переносчика вирусов лихорадок Чикунгунья и Денге, который быстро расширяет свой ареал. Смесь двух ларвицидных препаратов «Altosid» (*S*-метопрен) и «Agnique» (образующего мономолекулярную пленку на поверхности воды) обеспечивает в лабораторных условиях уничтожение 80 % личинок в течение более чем 60 дней, а в полевых – >95% контроль их численности в течение 32 суток [67]. Показано, что личинки комара *Verrallina funerea* (Diptera: Culicidae) – переносчика ряда арбовирусов на побережье Австралии в 11,7 раз более чувствительны к пирипроксифену, чем к *S*-метопрену (СК95 0,227 мкг/кг и 2,647 мкг/кг соответственно). Препарат на основе *S*-метопрена «ProLink ProSand» при норме расхода 4 кг/га обеспечивает смертность >98 % личинок комара [49]. Во Флориде обработки водоемов гранулированным *S*-метопреном в норме расхода 2,3–9,0 кг/га в отношении комплекса комаров (Diptera: Culicidae) (*Aedes (Ochlerotatus) sollicitans* 68%, *O. taeniorhynchus* 27%, и *Psorophora columbiae* 5%) показали 70 % эффективность в течение 10 недель [71].

Пирипроксифен – наиболее активный представитель группы АЮГ в отношении личинок комнатных мух *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), он в 500 раз активнее, чем феноксикарб, и в 50 раз более активен, чем метопрен, в отношении личинок комаров *Aedes aegypti* – в 140 и 2,8 раз соответственно [59, 66].

В последнее время аналоги ювенильного гормона (метопрен и пирипроксифен) испытаны в составе приманок, которые, будучи съеденными грызунами и выделенными в виде фекалий, препятствуют развитию личинок москитов *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Phlebotomidae) – переносчиков лейшманиозов (возбудитель – внутриклеточно паразитирующее жгутиковое простейшее рода *Leishmania*) [62].

Пирипроксифен и *S*-метопрен высокоэффективны в отношении рыжего домового муравья *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera: Formicidae) в весьма низких концентрациях (1–5 мкг/мл). В колониях, обработанных пирипроксифеном, появлялись особи с морфологическими нарушения-

ми: и самки, и самцы имели утолщенные крылья, повышенную меланизацию и погибали вскоре после выхода из куколки. При испытании приманки на основе 0,3% метопрена (Bioprene-VM) количество особей в колониях было значительно снижено. Наблюдалось снижение яйцепродукции царицы или неспособность откладывать яйца [58]. Препарат Farorid (Великобритания) используется в виде пищевой приманки для уничтожения рыжего домового муравья *M. pharaonis* и других видов муравьев, например, огненного муравья *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). *S*-метопрен в смеси с неоникотиноидом ацетамипридом (Protect Combi ant bait, Венгрия) рекомендуют для уничтожения черного садового муравья *Lasius niger* (Hymenoptera: Formicidae) [26].

Выявление стерилизующего действия гидропрена на развитие популяций синантропных тараканов – рыжего *Blattella germanica* (Blattoptera: Blattellidae) и черного *Blatta orientalis* (Blattoptera: Blattidae) позволило разработать ряд препаратов для борьбы с этими насекомыми (Biopren BH 10 EC, Венгрия, Zoeson RF-259 и Gentrol Aerosol IGR, США) [21, 72; 76]. Влияние гидропрена выражается в появлении около 80 % адультидов (имаго со скрученными крыльями), снижении численности популяции, снижении репродуктивного индекса (количество самок с оотеками) и соотношения нимфы/имаго. Найдены морфологические структурные и позиционные изменения в гениталиях, редукция или отсутствие склеротизации кутикулы в наружных гениталиях, что приводит к неспособности к копуляции и оплодотворению. Показано, что инсектицидность гидропрена в ряде случаев связана с его высокой летучестью [17]. Препараты серии Biopren (Венгрия) на основе *S*-гидропрена или смеси его с перметрином и синергистом предложены для борьбы с синантропными тараканами и вредителями запасов. Сравнение эффективности РРН гидропрена и феноксикарба в отношении синантропных тараканов показало несомненное преимущество первого [17, 76]. Контакт личинок последнего возраста черного таракана *B. orientalis* с поверхностью, обработанной гидропреном (25–100 мг/м²), приводил к появлению деформаций у отродившихся имаго обоих полов, модификации гениталий и невозможности продуцировать нормальную оотеку у самок. Аналогичный контакт имаго приводил к полному подавлению репродуктивного потенциала [76].

В последнее время в связи с участвовавшими случаями резистентности постельных клопов *Cimex lectularius* (Heteroptera: Cimicidae) к традиционным инсектицидам проводится поиск альтернативных средств борьбы с ними. Пока-

зано, что гидропрен (Gentrol) в сравнении с метопреном (Precor) более активен в отношении постельных клопов, однако эффекты, присущие PPH (нарушения развития и плодовитости), проявляются только при превышении рекомендованных к применению концентраций в 3–10 раз [44]. Следует отметить, что триатомовые клопы *Triatoma infestans* (Heteroptera: Reduviidae) – переносчики возбудителя болезни Чагаса в Боливии, резистентные к пиретроидам, чувствительны к пирипроксифену [15].

Показано ингибирующее действие метопрена, гидропрена и пирипроксифена на развитие популяций клещей домашней пыли *Dermatophagoides farinae* (Acariformes: Pyroglyphidae) [33, 34, 63].

Интерес представляют также средства, предназначенные для пропитки древесины, с целью ликвидации насекомых вредителей древесины (жуков-усачей, точильщиков и др., кроме термитов) серии Lignofix (Чехия) на основе феноксикарба, обладающего стерилизующим эффектом [53–55].

В нашей стране в области медицинской дезинсекции в 90-х годах прошлого века было выдано разрешение на применение нескольких средств на основе S-метопрена: «Ювемон» (Россия), «Метопрен-брикеты» и «Альтозид» (США) для борьбы с личинками комаров, приманки для борьбы с муравьями «Лафарекс» (Чехия), а также на основе пирипроксифена – «Сумиларв-гранулы» (Япония) [4, 7–9].

В настоящее время в России зарегистрированы средства для уничтожения синантропных тараканов, блох, муравьев, кровососущих и некровососущих комаров, мокрецов, мух – «НайГард» (пирипроксифен, США), тараканов – «Raid Мах-регулятор размножения тараканов» (гидропрен, США), клещей домашней пыли – «Аллергофф» (пирипроксифен, перметрин, бензилбензоат, Польша) [<http://fp.crc.ru/evrazes>, 2, 13]. Разработано отечественное инсектицидное средство в аэрозольной упаковке «Москитол. Защита от моли», содержащее смесь перметрина, трансфлутрина и пирипроксифена, обеспечивающее длительное защитное действие в отношении личиночных стадий платяной моли *Tineola bisselliella* (Lepidoptera: Tineidae) и кожееда Смирнова *Attagenus smirnovi* (Coleoptera: Dermestidae) как на сукне, так и на полуфабрикате каракуля. Введение в рецептуру пирипроксифена позволяет пролонгировать защитное действие средства, поскольку шерсть или мех приобретают антифидантные свойства [6].

Следует отметить, что к PPH может развиваться устойчивость. Так, в Турции при проведении обследования эффективности применения и мо-

нитинга уровня резистентности выявлено, что ряд популяций комнатных мух *Musca domestica* имеет некоторую толерантность к метопрену и пирипроксифену (показатель резистентности ПР <10) [27]. Более высокая устойчивость комнатных мух к метопрену обнаружена в Дании (ПР 50–90) [56]. Резистентность к метопрену найдена на Кипре у комаров *Culex pipiens* к (ПР 5–16) [78], толерантность комаров *Aedes aegypti* к пирипроксифену – на о. Мартиника [61], высокая устойчивость комаров *Ochlerotatus nigromaculis* к метопрену – в Калифорнии (ПР 1500–3000) [29]. Таким образом, при применении PPH в промышленных масштабах также необходимо соблюдать схемы ротации, рекомендованной для различных групп инсектицидов для предотвращения развития резистентности.

Несомненно, что весьма перспективно использование АЮГ как в качестве единственного действующего вещества в препаратах для борьбы с блохами, личинками комаров и мух, так и в комплексе с инсектицидами острого действия для уничтожения моли, кожеедов, лечения животных от вшей, блох, власоедов, а также инвазий, вызванных чесоточными клещами *Psoroptes cuniculi*, *Otodectes cynotis* (Acariformes: Psoroptidae) и *Sarcoptes scabiei* (Acariformes: Sarcoptidae).

Список использованной литературы Referenses

1. Гормональная регуляция развития насекомых /Труды Всесоюз. энтомол. о-ва. Л., Наука, 1983. Т. 64. – 182 с. / Gormonal'naja reguljacija razvitija nasekomyh/Trudy Vsesojuz. jentomol. o-va. L.: Nauka. 1983. T. 64. 182 s. (in Russian).

2. Гришина Е. А. Гигиенические обоснования дезинсекционных мероприятий по борьбе с комарами – переносчиками возбудителя лихорадки Западного Нила /Автореф. дисс. соиск. уч. ст. канд. мед. наук. М., 2009. – 24 с. / Grishina E. A. Gigienicheskie obosnovanija dezinfekcionnyh meroprijatij po bor'be s komarami – perenoschikami vozбудitelja lihoradki Zapadnogo Nila/Avtoref. diss. soisk. uch. st. kand. med. nauk. M., 2009. 24 s. (in Russian).

3. Костина М. Н. Биологическое обоснование комбинированного применения регуляторов развития, инсектицидов и хемотростероидов для борьбы с членистоногими, имеющими медицинское значение /Автореф. дисс. докт. биол. наук. М. 1990. – 46 с./ Kostina M. N. Biologicheskoe obosnovanie kombinirovannogo primenenija reguljatorov razvitija, insekticidov i hemosteriljantov dlja bor'by s chlenistonogimi, imejushhimi medicinskoe

znachenie/Avtoref. diss. dokt. biol. nauk. M., 1990. – 46 s. (in Russian).

4. Лафарекс. Приманка с метопреном для борьбы с рыжими домовыми муравьями *Monomorium pharaonis* / Лахема. Чехословакия. Май, 1989. – 22 с./ Lafareks. Primanka s metoprenom dlja bor'by s ryzhimi domovymi murav'jami *Monomorium pharaonis* / Lahema. Chehoslovakija. Maj, 1989. – 22 s. (in Russian).

5. Лека Н. А. Разработка рецептуры и выбор препаративной формы универсального средства для защиты меха от повреждения насекомыми-кератофагами, Автореф. дисс. канд. биол. наук. М. ФГБОУ ВПО МГАВМиБ. 2013. – 21 с. / Leka N. A. Razrabotka receptury i vybor preparativnoj formy universal'nogo sredstva dlja zashhity meha ot povrezhdenija nasekomymi-keratofagami, Avtoref. diss. kand. biol. nauk. M. FGBOU VPO MGAVMiB. 2013. – 21 s. (in Russian).

6. Лека Н. А., Сапожникова А. И., Еремичева О. Ю., Бендрышева С. Н. Конструирование рецептуры универсального средства с пролонгированным остаточным действием для защиты меха от повреждения насекомыми-кератофагами // Пест-менеджмент, 2013, № 1. – С. 12–21.

7. Методические указания по применению димилина и метопрена для борьбы с личинками мух и комаров / Минздрав СССР. № 15-06/13. Утв. 28.12.1989. – 8 с./Metodicheskie ukazaniya po primeneniju dimilina i metoprena dlja bor'by s lichinkami muh i komarov / Minzdrav SSSR. №15–06/13. Utv. 28.12.1989. – 8 s. (in Russian).

8. Методические указания по применению ювемона в виде плавающих гранул для борьбы с личинками комаров / Минздрав СССР. № 15/6–23. Утв. 02.12.1989. – 5 с./ Metodicheskie ukazaniya po primeneniju juvemona v vide plavajushhijh granul dlja bor'by s lichinkami komarov / Minzdrav SSSR. №15/6–23. Utv. 02.12.1989. – 5 s. (in Russian).

9. Приказ Минздрава СССР от 24.12.1990 №448 «О разрешении к применению новых дезинфекционных средств»/Prikaz Minzdrava SSSR ot 24.12.1990 № 448 «O razreshenii k primeneniju novyh dezinfekcionnyh sredstv». (in Russian).

10. Росс Г., Росс Ч., Росс Д. Энтомология. М., 1985. – 576 с. /Ross G., Ross Ch., Ross D. Jentomologija /M., 1985. – 576 s. (in Russian).

11. Серебряков Э. П., Промоненков В. К. Способы получения и свойства метопрена / Итоги науки и техники. Серия Органическая химия. Т. 9. Актуальные направления исследований и применение химических средств защиты растений. Аналоги природных веществ. М., ВИНТИ, 1989. – С. 102–167/ Serebrjakov Je. P., Promonenkov V. K. Sposoby poluchenija i svojstva metoprena / Itogi nauki

i tehniki. Serija Organicheskaja himija. T.9. Aktual'nye napravlenija issledovanij i primenenie himicheskijh sredstv zashhity rastenij. Analogi prirodnyh veshhestv. M., VINITI, 1989. – S. 102–167. (in Russian).

12. Филиппович Ю. Б., Кутузова Н. М. Гормональная регуляция обмена веществ у насекомых // Итоги науки и техники. Сер. Биологич. химия. М., 1985. Т. 21. – 228 с./ Filippovich Ju. B., Kutuzova N. M. Gormonal'naja reguljacija obmena veshhestv u nasekomykh // Itogi nauki i tehniki. Ser. Biologich. himija. M., 1985. T. 21. – 228 s. (in Russian).

13. Хрусталева Н. А. Изучение биологической активности нового инсектицидного средства «Рейд Макс – регулятор размножения тараканов» на основе аналога ювенильного гормона гидропрена // РЭТ-инфо. 2003. № 2. – С. 23-27/ Hrustaleva N. A. Izuchenie biologicheskijh aktivnosti novogo insekticidnogo sredstva «Rejd Maks – reguljator razmnozhenija tarakanov» na osnove analoga juvenil'nogo gormona gidroprena // RJeT-info. 2003,. № 2. – S. 23–27. (in Russian).

14. Цезин Ю. С., Драбкина А. А. Ювенильный гормон насекомых и его аналоги // Успехи химии. 1970. № 6. – С. 1074–1091 / Cezin Ju. S., Drabkina A. A. Juvenil'nyj gormon nasekomykh i ego analogi // Uspehi himii. 1970, № 6. – S. 1074–1091. (in Russian).

15. Alarico A., Romero N., Hernández L., Catalá S., Gorla D. Residual effect of a micro-encapsulated formulation of organophosphates and pyriproxifen on the mortality of deltamethrin resistant *Triatoma infestans* populations in rural houses of the Bolivian Chaco region // Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2010. V. 105. № 6. – P. 752–756.

16. Aronov P. A., Dettmer K., Christiansen J. A., Cornel A. J., Hammock B. D. Development of a HPLC/tandem-MS method for the analysis of the larvicides methoprene, hydroprone, and kinoprene at trace levels using Diels-Alder derivatization // J. Agric. Food Chem. 2005. V. 53. № 9. – P. 3306–3312.

17. Atkinson T. H., Koehler P. G., Patterson R. S. Volatile effects of insect growth regulators against the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) // J. Med. Entomol. 1992. V. 29. № 2. – P. 364–367.

18. Audino P. G., Masuh H., Zerba E. Thermal behaviour, biological activity and conformational study of a [methoprene/beta-cyclodextrin] complex in a smoke generating formulation // Molecules. 2005. V. 10. № 3. – P. 534–544.

19. Baggott D., Ollagnier C., Yoon S. S., Collidor N., Mallouk Y., Cramer L. G. Efficacy of a novel combination of fipronil, amitraz and (S)-methoprene for treatment and control of tick species infesting dogs in Europe // Vet. Parasitol. 2011. V. 179. № 4. – P. 330–334.

20. Baker C. F., Hunter J. S. 3rd, McCall J. W., Young D. R., Hair J. A., Everett W. R., Yoon S. S., Irwin J. P., Young S. L., Cramer L. G., Pollmeier M. G., Prullage J. B. Efficacy of a novel topical combination of fipronil, amitraz and (S)-methoprene for treatment and control of induced infestations with four North American tick species (*Dermacentor variabilis*, *Ixodes scapularis*, *Amblyomma americanum* and *Amblyomma maculatum*) on dogs // *Vet. Parasitol.* 2011. V. 179. № 4. – P. 324–329.

21. Bao N. G., Robinson W. H. Morphogenetic effects of hydroprene on genitalia of the oriental cockroach (Dictyoptera: Blattidae) // *J. Econ. Entomol.* 1990. V. 83. № 4. – P. 1415–1421.

22. Beugnet F., Franc M. Results of a European multicentric field efficacy study of fipronil-(S) methoprene combination on flea infestation of dogs and cats during 2009 summer // *Parasite.* 2010. V. 17. № 4. – P. 337–342.

23. Boina D. R., Rogers M. E., Wang N., Stelinski L. L. Effect of pyriproxyfen, a juvenile hormone mimic, on egg hatch, nymph development, adult emergence and reproduction of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri Kuwayama* // *Pest Manag. Sci.* 2010. V. 66. № 4. – P. 349–357.

24. Bouhsira E., Lienard E., Jacquiet P., Warin S., Kaltsatos V., Baduel L., Franc M. Efficacy of permethrin, dinotefuran and pyriproxyfen on adult fleas, flea eggs collection, and flea egg development following transplantation of mature female fleas (*Ctenocephalides felis felis*) from cats to dogs // *Vet. Parasitol.* 2012. V. 190. № 3–4. – P. 541–546.

25. Bouhsira E., Yoon S. S., Roques M., Manavella C., Vermot S., Cramer L. G., Ollagnier C., Franc M. Efficacy of fipronil, amitraz and (S)-methoprene combination spot-on for dogs against adult dog fleas (*Ctenocephalides canis*, *Curtis*, 1826) // *Vet. Parasitol.* 2011. V. 179. № 4. – P. 351–353.

26. Calixto A. A., Harris M. K., Knutson A., Barr C. L. Native ant responses to *Solenopsis invicta* Buren reduction using broadcast baits // *Environ. Entomol.* 2007. V. 36. № 5. – P. 1112–1123.

27. Cetin H., Erler F., Yanikoglu A. Survey of insect growth regulator (IGR) resistance in house flies (*Musca domestica* L.) from southwestern Turkey // *J. Vector Ecol.* 2009. V. 34. № 2. – P. 329–337.

28. Chauve C. The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778): current situation and future prospects for control // *Vet. Parasitol.* 1998. V. 79. №3. – P. 239–245.

29. Cornel A. J., Stanich M. A., McAbee R. D., Mulligan F. S. 3rd. High level methoprene resistance in the mosquito *Ochlerotatus nigromaculis* (Ludlow) in central California // *Pest Manag. Sci.* 2002. V. 58. № 8. – P. 791–798.

30. Corrêa Fernandez F., Da Cruz-Landim C., Malaspina O. Influence of the insecticide pyriproxyfen on the flight muscle differentiation of *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) // *Microsc. Res. Tech.* 2012. V. 75. № 6. – P. 844–848.

31. Darriet F., Corbel V. Laboratory evaluation of pyriproxyfen and spinosad, alone and in combination, against *Aedes aegypti* larvae // *J. Med. Entomol.* 2006. V. 43. № 6. – P. 1190–1194.

32. Davoust B., Mediannikov O., Chene J., Massot R., Tine R., Diarra M., Demoncheaux J. P., Scandola P., Beugnet F., Chabanne L. Study of ehrlichiosis in kennel dogs under treatment and prevention during seven months in Dakar (Senegal) // *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 2013. V. 36. № 6. – P. 613–617.

33. Downing A. S., Wright C. G., Farrier M. H. Effects of five insect growth regulators on laboratory populations of the North American house-dust mite, *Dermatophagoides farinae* // *Exp. Appl. Acarol.* 1990. № 1–2. – P. 123–130.

34. Downing A. S., Wright C. G., Farrier M. H. Population growth of *Dermatophagoides farinae* Hughes (Acari: Epidermoptidae) suppressed by methoprene and hydroprene // *J. Med. Entomol.* 1993. № 3. – P. 531–536.

35. Dryden M. W., Payne P. A., Smith V., Chwala M., Jones E., Davenport J., Fadl G., Martinez-Perez de Zeiders M. F., Heaney K., Ford P., Sun F. Evaluation of indoxacarb and fipronil (s)-methoprene topical spot-on formulations to control flea populations in naturally infested dogs and cats in private residences in Tampa FL. USA // *Parasit. Vectors.* 2013. V. 6. № 1. – P. 366.

36. Dryden M. W., Payne P. A., Vicki S., Riggs B., Davenport J., Kobuszewski D. Efficacy of dinotefuran-pyriproxyfen, dinotefuran-pyriproxyfen-permethrin and fipronil-(S)-methoprene topical spot-on formulations to control flea populations in naturally infested pets and private residences in Tampa, FL. // *Vet. Parasitol.* 2011. V. 182. № 2–4. – P. 281–286.

37. El-Shazly M. M., Refaie B. M. Larvicidal effect of the juvenile hormone mimic pyriproxyfen on *Culex pipiens* // *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 2002. V. 18. № 4. – P. 321–328.

38. Fernandes J. I., Verocai G. G., Ribeiro F. A., Melo R. M., Correia T. R., Coumendouros K., Scott F. B. Efficacy of the d-phenothrin/pyriproxyfen association against mites in naturally co-infested rabbits // *Pesq. Vet. Bras.* 2013. V. 33. № 5. – P. 597–600.

39. Fourie J., Dumont P., Halos L., Beugnet F., Pollmeier M. Efficacy of a topical application of Certifect® (fipronil 6.26% w/v, amitraz 7.48%

w/v, (S)-methoprene 5.63% w/v) for the treatment of canine generalized demodicosis // Parasite. 2013. V. 20. – P. 46.

40. Fourie J. J., Beugnet F., Ollagnier C., Pollmeier M. G. Study of the sustained speed of kill of the combination of fipronil/amitraz/(S)-methoprene and the combination of imidacloprid/permethrin against *Dermacentor reticulatus*, the European dog tick // Parasite. 2011. V. 18. № 4. – P. 319–323.

41. Fourie J. J., Fourie L. J., Horak I. G., Snyman M. G. The efficacy of a topically applied combination of cyphenothrin and pyriproxyfen against the southern African yellow dog tick, *Haemaphysalis elliptica*, and the cat flea, *Ctenocephalides felis*, on dogs // J. S. Afr. Vet. Assoc. 2010. V. 81. № 1. – P. 33–36.

42. Fourie J. J., Ollagnier C., Beugnet F., Luus H. G., Jongejan F. Prevention of transmission of *Ehrlichia canis* by *Rhipicephalus sanguineus* ticks to dogs treated with a combination of fipronil, amitraz and (S)-methoprene (CERTIFECT®) // Vet. Parasitol. 2013. V. 193. № 1–3. – P. 223–228.

43. Ghanim M., Kontsedalov S. Gene expression in pyriproxyfen-resistant *Bemisia tabaci* Q-biotype // Pest Manag. Sci. 2007. V. 63. № 8. – P. 776–783.

44. Goodman M. H., Potter M. F., Haynes K. F. Effects of juvenile hormone analog formulations on development and reproduction in the bed bug *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae) // Pest Manag. Sci. 2013. V. 69. № 2. – P. 240–244.

45. Hagimori I., Machida H., Goi R., Mencke N. Efficacy of imidacloprid/permethrin and fipronil/(S)-methoprene combinations against *Haemaphysalis longicornis* ticks evaluated under in vitro and in vivo conditions // Parasitol. Res. 2005. V. 97 Suppl 1. – P. 120–126.

46. Horak I. G., Fourie J. J., Stanneck D. Efficacy of slow-release collar formulations of imidacloprid/flumethrin and deltamethrin and of spot-on formulations of fipronil/(s)-methoprene, dinotefuran/pyriproxyfen/permethrin and (s)-methoprene/amitraz/fipronil against *Rhipicephalus sanguineus* and *Ctenocephalides felis felis* on dogs // Parasit. Vectors. 2012. V. 5. – P. 79.

47. Hunter J. S. 3rd, Baggott D., Everett W. R., Fourie J. J., Cramer L. G., Yoon S. S., Collidor N., Mallouk Y., Lee L., Blair J., Prullage J. B. Efficacy of a novel topical combination of fipronil, amitraz and (S)-methoprene for treatment and control of induced infestations of brown dog ticks (*Rhipicephalus sanguineus*) on dogs // Vet. Parasitol. 2011. V. 179. № 4. – P. 318–323.

48. Hussein K. T. Evaluation of the efficacy of dill apiol and pyriproxyfen in the treatment and control of *Xenopsylla cheopis* flea Roths (Siphonaptera: Pulicidae) // J. Egypt Soc. Parasitol. 2005. V. 35. № 3. – P. 1027–1036.

49. Jeffery J. A., Kay B. H., Ryan P. A. Control of arbovirus vector *Verrallina funerea* (Diptera: Culicidae) in southeast Queensland, Australia // J. Econ. Entomol. 2007. V. 100. № 5. – P. 1512–1518.

50. Jongejan F., Fourie J. J., Chester S. T., Manavella C., Mallouk Y., Pollmeier M. G., Baggott D. The prevention of transmission of *Babesia canis canis* by *Dermacentor reticulatus* ticks to dogs using a novel combination of fipronil, amitraz and (S)-methoprene // Vet. Parasitol. 2011. V. 179. № 4. – P. 343–350.

51. Kamal H. A., Khater E. I. The biological effects of the insect growth regulators; pyriproxyfen and diflubenzuron on the mosquito *Aedes aegypti* // J. Egypt. Soc. Parasitol. 2010. V. 40. № 3. – P. 565–574.

52. Kamita S. G., Samra A. I., Jun-Yan L., Cornel A. J., Hammock B. D. Juvenile hormone esterase of the Mosquito *Culex quinquefasciatus* is not a target of the JH analog insecticide methoprene // Plos One. 2011. V. 6. Issue 12. – P. 1–10.

53. King J. E., Bennett G. W. Comparative activity of fenoxycarb and hydroprene in sterilizing the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) // J. Econ. Entomol. 1989. V. 82. № 3. – P. 833–838.

54. King J. E., Bennett G. W. Comparative sterilizing and ovicidal activity of fenoxycarb and hydroprene in adults and oothecae of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) // J. Med. Entomol. 1990. V. 27. № 4. – P. 642–645.

55. King J. E., Bennett G. W. Sensitive developmental period of last-instar German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) to fenoxycarb and hydroprene // J. Med. Entomol. 1991. V. 28. № 4. – P. 514–517.

56. Kristensen M., Jespersen J. B. Larvicide resistance in *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) populations in Denmark and establishment of resistant laboratory strains // J. Econ. Entomol. 2003. V. 96. № 4. – P. 1300–1306.

57. Leschnik M., Feiler A., Duscher G. G., Joachim A. Effect of owner-controlled acaricidal treatment on tick infestation and immune response to tick-borne pathogens in naturally infested dogs from Eastern Austria // Parasit. Vectors. 2013. V. 9. № 6. – P. 62.

58. Lim S. P., Lee C. Y. Effects of juvenile hormone analogs on new reproductives and colony growth of Pharaoh ant (Hymenoptera: Formicidae) // J. Econ. Entomol. 2005. V. 98. № 6. – P. 2169–2175.

59. Lundershausen M., Alig B., Pospischil R., Turberg A. Activity of novel juvenoids on arthropods of veterinary importance // Arch. Insect. Biochem. Physiol. 1996. V. 32. – P. 651–658.

60. Madhu S. K., Vijayan V. A. Laboratory evaluation of a juvenile hormone mimic, pyriproxyfen on *Culex quinquefasciatus* Say and *Aedes aegypti*

Linn. at Mysore, India // J. Commun. Dis. 2009. V. 41. № 3. – P. 169–174.

61. Marcombe S., Darriet F., Agnew P., Etienne M., Yp-Tcha M. M., Yébakima A., Corbel V. Field efficacy of new larvicide products for control of multi-resistant *Aedes aegypti* populations in Martinique (French West Indies) // Am. J. Trop. Med. Hyg. 2011. V. 84. № 1. – P. 118–126.

62. Mascari T. M., Mitchell M. A., Rowton E. D., Foil L. D. Evaluation of juvenile hormone analogues as rodent feed-through insecticides for control of immature phlebotomine sandflies // Med. Vet. Entomol. 2011. № 2. – P. 227–231.

63. Mazyad S. A., Mohammad K. A. Effect of insect growth regulators on protein pattern of *Dermatophagoides farinae* and its validity on inducing human alleregens // J. Egypt. Soc. Parasitol. 2006. V. 36. № 3. – P. 1101–1114.

64. McCall J. W., Baker C. F., Mather T. N., Chester S. T., McCall S. D., Irwin J. P., Young S. L., Cramer L. G., Pollmeier M. G. The ability of a topical novel combination of fipronil, amitraz and (S)-methoprene to protect dogs from *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* infections transmitted by *Ixodes scapularis* // Vet. Parasitol. 2011. V. 179. № 4. – P. 335–342.

65. Meola R. W. Modes of action of insect growth regulators on fleas // Proc. Nat. Confer. Urban Entomol. 1996. – P. 18–27.

66. Nakayama I., Natakoshi M. Insect juvenile hormone analogues as insect growth regulator // SP world. 1987. № 8. – P. 2–4.

67. Nelder M., Kesavaraju B., Farajollahi A., Healy S., Unlu I., Crepeau T., Ragavendran A., Fonseca D., Gaugler R. Suppressing *Aedes albopictus*, an emerging vector of dengue and chikungunya viruses, by a novel combination of a monomolecular film and an insect-growth regulator // Am. J. Trop. Med. Hyg. 2010. V. 82. № 5. – P. 831–837.

68. Pfister K. Fipronil, amitraz and (S)-methoprene—a novel ectoparasiticide combination for dogs // Vet. Parasitol. 2011. V. 179. № 4. – P. 293.

69. Pinto L. Z., Bitondi M. M., Simões Z. L. Inhibition of vitellogenin synthesis in *Apis mellifera* workers by a juvenile hormone analogue, pyriproxyfen // J. Insect Physiol. 2000. V. 46. № 2. – P. 153–160.

70. Prullage J. B., Hair J. A., Everett W. R., Yoon S. S., Cramer L. G., Franke S., Cornelison K., Hunter J. S. 3rd. The prevention of attachment and the detachment effects of a novel combination of fipronil, amitraz and (S)-methoprene for *Rhipicephalus sanguineus* and *Dermacentor variabilis* on dogs // Vet. Parasitol. 2011. V. 179. № 4. – P. 311–317.

71. Qualls W. A., Xue R. D. Efficacy of a granule formulation of the insect growth regulator,

S-methoprene, against salt-marsh mosquitoes in Florida // J. Am. Mosq. Control. Assoc. 2007. V. 23. № 3. – P. 363–365.

72. Reid B. L., Bennett G. W. Hydroprene effects on the dynamics of laboratory populations of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) // J. Econ. Entomol. 1994. V. 87. № 6. – P. 1537–1546.

73. Resende M. C., Gama R. A. Persistence and efficacy of growth regulator pyriproxyfen in laboratory conditions for *Aedes aegypti* // Rev. Soc. Bras. Med. Trop. 2006. V. 39. № 1. – P. 72–75.

74. Ross D. H., Arther R. G., von Simson C., Doyle V., Dryden M. W. Evaluation of the efficacy of topically administered imidacloprid + pyriproxyfen and orally administered spinosad against cat fleas (*Ctenocephalides felis*): Impact of treated dogs on flea life stages in a simulated home environment // Parasit. Vectors. 2012. V. 5. № 1. – P. 192.

75. Saltzmann K. A., Saltzmann K. D., Neal J. J., Scharf M. E., Bennett G. W. Effects of the juvenile hormone analog pyriproxyfen on German cockroach, *Blattella germanica* (L.), tergal gland development and production of tergal gland secretion proteins // Arch. Insect Biochem. Physiol. 2006. V. 63. № 1. – P. 15–23.

76. Short J. E., Edwards J. P. Effects of hydroprene on development and reproduction in the Oriental cockroach, *Blatta orientalis* // Med. Vet. Entomol. 1992. V. 6. № 3. – P. 244–250.

77. Sial A. A., Brunner J. F. Lethal and sublethal effects of an insect growth regulator, pyriproxyfen, on obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) // J. Econ. Entomol. 2010. V. 103. № 2. – P. 340–347.

78. Vasquez M. I., Violaris M., Hadjivassilis A., Wirth M. C. Susceptibility of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) field populations in Cyprus to conventional organic insecticides, *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis*, and methoprene // J. Med. Entomol. 2009. V. 46. № 4. – P. 881–887.

Analogues of insect juvenile hormone: use in veterinary and medical disinsection

Eremina O. Yu.¹, Olekhnovich E. I.^{1,2},
Roslavtseva S. A.¹

¹ Scientific Research of Institute Disinfectology of Rospotrebnadzor RF, Nauchny pr., 18, Moscow, 117246

² Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named K.I. Skryabin, ul ac. Skryabin, 23, Moscow 109472

Materials from the latest foreign and domestic sources devoted to the mechanism of analogues

of juvenile hormone (JHA) action and practical application in the field of veterinary and medical disinfection are presented. Use of synthetic pyrethroids or phenylpyrazoles mixtures with S-methoprene and pyriproxyfen allowed to develop highly efficient modern veterinary drugs for small pets parasitic insects (lice, fleas), mites (itch) and ticks (*Ixodes*) control. These drugs have low toxicity to warm-blooded animals and humans, have no teratogenic, mutagenic, carcinogenic and photosensitizing properties. Formulations, containing methoprene, pyriproxyfen, fenoxycarb and hydroprene as active agent, are applied in the field of medical disinfection for human pathogens carriers

and synanthropic arthropods control. Hydroprene sterilizing effect on the commensal cockroaches is used to develop formulations for these insects control. The most widely JHA is used to mosquito larvae control. The development of insects, mites and ticks resistance to insectoacaricide makes us to look for alternative pest control ways, one of them is the JHA use. However, because of the possibility of resistance developing to the JHA group drugs, it is necessary to comply with the recommended rotation scheme. JHA application (in combination with insecticides) against moths and carpet beetles, for animals treatment of lice, fleas and also invasions caused by itch mites is perspective.

Новый ларвицид из группы регуляторов развития насекомых

Костина М. Н., д. б. н., Бидевкина М. В., к. м. н., Шушков Ю. М.,
ФБУН НИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора, 117246, г. Москва, Научный проезд, д. 18

Изучена целевая эффективность и степень безопасности для теплокровных инсектицидного средства «Байцидал ВП25» в качестве ларвицида мух и комаров. Установлены рабочие концентрации и нормы расхода в зависимости от типа мест выплода мух и комаров. Рекомендованы регламентированные условия применения в зависимости от назначения средства для специалистов организаций, проводящих обработку. Приведена токсикологическая характеристика трифлумурона и средства «Байцидал ВП25».

Ключевые слова: трифлумурон, ингибитор синтеза хитина, регуляторы развития насекомых, ларвицид, мухи, комары, водоемы, места выплода, токсичность, белые крысы.

Трифлумурон (CAS N 64628-44-0) – известное соединение, производное мочевины, обладающее механизмом действия ингибитора синтеза хитина (ИСХ). Химическое название – 1-(4-трифторметоксифенил)-3-(2-хлорбензоил) мочевины. Это бесцветное кристаллическое вещество без запаха. Эмпирическая формула – $C_{15}H_{10}ClF_3N_2O_3$, молекулярная масса – 358,7; температура плавления – 195,1°C. Растворимость в воде при 20°C составляет 25×10^{-4} мг/мл, умеренно растворим в ацетоне, диметилформамиде, плохо растворяется в других органических растворителях [1].

Относится к группе регуляторов развития насекомых (РРН), нарушает процесс линьки насекомых [12; 13]. Широко используется во многих странах Европы, Австралии, Америки как один из безопасных ларвицидов в борьбе с преимаги-

нальными стадиями развития комаров и мух при обработке мест выплода [10; 6; 3-5].

Соединение широко используют за рубежом в различных препаративных формах (гранулы, смачивающиеся порошки, флоу, концентраты эмульсий) против вредителей плодовых культур, колорадского жука, средиземноморской плодовой мухи, вредителей хлопчатника и др. [2; 11].

Не так широко, как в отношении сельскохозяйственных вредителей, трифлумурон используют против насекомых, имеющих медицинское и ветеринарное значение [2; 14; 15]. Установлен высокий инсектицидный эффект в отношении некоторых видов мошек, многих видов мух (комнатная, жигалка и др.).

Отмечено его овицидное действие на яйца комаров *Cx. quinquefasciatus* (0,0001–0,001 мг/л), *Ps. columbia* и *An. quadrimaculatus* при обработке