

Исследование эффективности приманок в отношении мультирезистентных рыжих тараканов

Еремина О. Ю., доктор биологических наук, В. В. Олифер кандидат биологических наук
ФБУН НИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора,
117246, Научный проезд, 18, Москва, Россия

Выявлена экстремально высокая резистентность рыжих тараканов к пиретроидам (133–4000×), высокая – к фосфорорганическим соединениям (11–40×) и фенилпирозолам (13–54×). Слабая толерантность отмечена к карбамату пропоксуру и неоникотиноиду имидаклоприду. Выявлено замедление проявления симптомов отравления при питании самцов тараканов приманками на основе пропоксура, хлорпирифоса, имидаклоприда и фипронила и практически полное отсутствие их действия на самок тараканов. На фоне высокой резистентности к органическим инсектицидам нейротоксического типа действия изучена чувствительность пяти городских рас тараканов к приманкам на основе борной кислоты, гидраметилнона и хлорфенапира, обладающих иным механизмом действия. Тараканы всех изученных рас были практически одинаково чувствительны к гидраметилнону – их гибель наступала в течение 3–7 суток, еще более чувствительны были тараканы к жидким приманкам с содержанием 5% борной кислоты – гибель наступает в течение 1,5 суток. Приманки, содержащие 5% хлорфенапира, менее эффективны. Рекомендовано применять приманки на основе борной кислоты и гидраметилнона в схемах ротации для уничтожения тараканов.

Ключевые слова: рыжий таракан, резистентность, приманки, борная кислота, гидраметилнон, хлорфенапир.

Развитие резистентности к инсектицидам рыжих тараканов *Blattella germanica* (L.) привело к возобновлению поиска альтернативных методов контроля их численности [4, 7]. Основным путем преодоления резистентности является ротация пестицидов с разным механизмом действия и/или другим путем поступления в организм (замена контактного действия на кишечное).

Приманки на основе борной кислоты или ее солей применяются во всем мире [2, 6]. Приманки на основе гидраметилнона (класс амидиногидразонов) высокоэффективны в отношении тараканов и широко применяются с конца 80-х годов прошлого века. Хлорфенапир (класс пирролов) является эффективным нерепеллентным инсектицидом для ряда важных с медицинской точки зрения синантропных насекомых, в том числе резистентных к карбаматам, фосфорорганическим инсектоакарицидам (ФОС), пиретроидам и ингибиторам биосинтеза хитина [1, 8].

Широкое распространение в России резистентности синантропных тараканов к большинству классов применяемых инсектицидов, требует вне-

дрения новых действующих веществ, обладающих иным механизмом действия на насекомых, что может помочь преодолению резистентности. Это определило наш интерес к приманкам на основе борной кислоты, гидраметилнона и хлорфенапира и их эффективности в отношении рыжих тараканов, мультирезистентных к ряду органических нейротоксических инсектицидов.

Материалы и методы

При выполнении данного исследования использованы рыжие тараканы *Blattella germanica* лабораторной чувствительной расы S-НИИД и тараканы, собранные на различных объектах: М1 с объекта общественного питания, М9 из медицинской организации г. Москвы; У1 и У8 с пищевых производств г. Екатеринбурга, ОБН с рынка пищевых продуктов г. Обнинска. Опыты по изучению эффективности приманок проводили в отсутствие альтернативной пищи, определяя показатель $LT_{50(95)}$, сутки (время, за которое поражено 50% (95%) подопытных насекомых). Инсектицидность определяли топикальным методом,

Таблица 1

Характеристика устойчивости исследованных городских рас рыжих тараканов к некоторым инсектицидам

Инсектицид / Раса	Показатели резистентности (по СК ₅₀ , % ДВ)				
	М1	М9	ОБН	У1	У8
Циперметрин	142	>4000	>4000	133	833
Хлорпирифос	15	40	12	11	32
Пропоксур	4	3	5	2	2
Фипронил	13	33	54	19	20
Имидаклоприд	2	13	5,6	11	19

Таблица 2

Показатели резистентности городских рас рыжих тараканов к инсектицидам при скармливании отравленных приманок в сравнении с чувствительной расой S-НИИД (ПР по ЛТ₅₀, сутки)

Инсектицид	Концентрация ДВ, %	Раса тараканов	Показатель резистентности	
			Самцы	Самки
Пропоксур	2,00	М1	2,5	Смертности нет
		ОБН	2,4	Смертности нет
Хлорпирифос	0,20	М1	Смертности нет	Смертности нет
		ОБН	Смертности нет	Смертности нет
Имидаклоприд	2,15	М1	1,7	Смертности нет
		ОБН	1,9	Смертности нет
Фипронил	0,05	М1	5,8	6,8
		ОБН	4,1	9,5

наносся 1 мкл ацетоновых растворов на переднегрудь самцов 1–3-недельного возраста. Показатель резистентности (ПР) тараканов рассчитывали как отношение СК₅₀, % ДВ (ЛТ₅₀, сутки) для городской расы к СК₅₀, % ДВ (ЛТ₅₀, сутки) для чувствительной расы. Использовали готовые приманочные станции и гели (с содержанием 2% пропоксура, 2% гидраметилнона, 0,2% хлорпирифоса, 2,15% имидаклоприда, 0,05% фипронила) и приготовленные в лабораторных условиях жидкие приманки, содержащие 5% борной кислоты в 10%-м сахарном сиропе; твердые приманки на сухом корме для собак с содержанием 5% хлорфенапира. Повторность опытов трехкратная. Эксперименты проводили при температуре 22–25°C. Статистическую обработку результатов экспериментов проводили с помощью компьютерной программы SPSS Statistics.

Результаты

Выявлена экстремально высокая резистентность рыжих тараканов к пиретроидам (133–4000×), высокая – к фосфорорганическим соединениям (11–40×) и фенилпирозолам (13–54×).

Слабая толерантность отмечена к карбамату пропоксуру. У московских популяций тараканов установлена чувствительность или слабая толерантность к неоникотиноидам, однако у тараканов из Екатеринбурга выявлена резистентность к имидаклоприду (табл. 1). Известно, что достоверное снижение эффективности инсектицида, применяемого в практических условиях методом опрыскивания, наблюдается, если в лабораторных условиях при топикальном нанесении показатель резистентности к препарату больше 10 [3].

Изучение сравнительной чувствительности различных рас рыжих тараканов к приманкам на основе пропоксура, хлорпирифоса, имидаклоприда, фипронила показало, что отловленные в городе тараканы отмирают медленнее (в 1,7–9,5 раз), а в некоторых случаях демонстрируют полную нечувствительность к приманкам (табл. 2). Известно, что при увеличении времени отравления в лабораторных условиях более чем в 3 раза происходит достоверное снижение эффективности инсектицида в практических условиях [3]. Таким образом, повсеместно следует ожидать почти полной неэффективности препа-

Таблица 3

Замедление проявления состояния отравления при питании отравленными приманками у рыжих тараканов мультирезистентных рас в сравнении с чувствительной расой S-НИИД (ПР по ЛТ₅₀, сутки)

Раса	Приманка экспериментальная водный раствор борной кислоты 5%		Приманка в контейнере гидраметилнон 2%		Приманка экспериментальная сухая хлорфенапир 5%	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
М1	0,9	1,2	1,2	0,7	2,9	3,0
М9	0,9	1,4	1,0	0,8	2,3	2,4
ОБН	1,4	1,5	1,1	1,0	2,7	2,6
У1	< 0,7	0,9	1,2	1,1	1,2	1,4
У8	1,3	1,0	1,2	1,0	2,7	>3,0

ратов на основе пиретроидов, снижение эффективности хлорпирифоса и фипронила, а в Екатеринбурге – и снижение эффективности неоникотиноидов.

На фоне такой высокой резистентности к органическим инсектицидам нейротоксического типа действия, как при контактном, так и при кишечном воздействии, интересно видеть чувствительность всех изученных рас тараканов к приманкам на основе борной кислоты, гидраметилнона и хлорфенапира, обладающим иным механизмом действия. При испытании жидких приманок, содержащих 5% борной кислоты, установлено, что около 90% особей погибали в течение 2–3 суток, независимо от устойчивости рас тараканов к нейротоксическим инсектицидам, а рассчитанный по показателю ЛТ₅₀ ПР для самцов составлял не более 1,4х, а для самок – 1,8х. Тараканы всех изученных рас были практически одинаково чувствительны к приманкам, содержащим 2,0% гидраметилнона – гибель самцов наступала в течение 3–5 суток. Гибель самок была несколько отсрочена, и показатель ЛТ₉₀ составил 4–7 суток. ПР составил от 0,8х до 1,2х, и статистически значимых различий не установлено (табл. 3). Следует отметить, что в США у резистентной расы рыжих тараканов GNV-R в сравнении с чувствительной расой JWax-S для аналогичной приманки выявлено замедление проявления симптомов отравления в 2,32 раза [5].

Для самцов резистентных тараканов приманка на основе 5% хлорфенапира оказывала действие, замедленное в среднем в 2,5 раза (М1 – в 2,9 раза, М9 – в 2,3 раза, У8 и ОБН – в 2,7 раза), тогда как самцы расы У1 погибали практически одновременно с тараканами расы S-НИИД. Самки тараканов проявляли большую устойчивость к приманкам и во многих вариантах опытов выживали частично или практически полностью, по-видимому, отказываясь поедать приманку.

Установлено статистически значимое замедление гибели самок: в 3,0 раза (М1), 2,4 раза (М9), 2,6 раза (ОБН), не было достигнуто даже 50%-й смертности у расы У8, и только самки расы У1 погибали всего в 1,4 раза медленнее самок расы S-НИИД.

При наличии альтернативного корма эффективность приманки снизилась катастрофически: не была достигнута 95%-я смертность и самцов, и самок чувствительной расы S-НИИД. Тараканы рас М1, М9, У8 и ОБН игнорировали приманку полностью, у самцов расы У1 95%-я гибель зафиксирована на 7-е сутки, а у самок 50%-я – на 6,5-е сутки.

Заключение

Таким образом, приманки на основе гидраметилнона и борной кислоты можно рекомендовать включать в интегрированную систему борьбы с тараканами наряду с липкими ловушками [10, 11]. Приманки на основе хлорфенапира, по-видимому, не обладают достаточной эффективностью. Не следует забывать о возможности развития резистентности насекомых и к гидраметилнону [9].

Список использованной литературы

References

1. Ameen A., Kaakeh W., Bennett G. W. 2000. Integration of chlorfenapyr into a management program for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). J. Agric. Urban Entomol. 17:135–142.
2. Appel A. G., Gehret M. J., Tanley M. J. 2004. Effects of moisture on the toxicity of inorganic and organic insecticidal dust formulations to German cockroaches (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 97:1009–1016.
3. Chai R.-Y., Lee C.-Y. 2010. Insecticide resistance profiles and synergism in field populations of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) from Singapore. J. Econ. Entomol. 103:460–471.

4. Cochran D. G. 1995. Toxic effects of boric acid on the German cockroach. *Experientia*. 51:561–563.

5. Gondhalekar A. D., Song C., Scharf M. E. 2011. Development of strategies for monitoring indoxacarb and gel bait susceptibility in the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). *Pest Manag. Sci.* 67:262–270.

6. Gore J. C., Schal C. 2004. Laboratory evaluation of boric acid-sugar solutions as baits for management of German cockroach infestations. *J. Econ. Entomol.* 97:581–587.

7. Gore J. C., Zurek L., Santangelo R., Stringham S. M., Watson D. W., Schal C. 2004. Water solutions of boric acid and sugar for management of German cockroach populations in livestock production systems. *J. Econ. Entomol.* 97:715–720.

8. Husen T. J., Narain R., Ab-Majid A. H., Kamble S. T., Davis R. W. 2011. Bioefficacy of chlorfenapyr against American and oriental cockroaches, and house flies on wood, concrete, and vinyl surfaces. 7th International Conference on Urban Pests, Ouro Preto, Brazil, 7–10 August 2011. P. 89–98.

9. Ko A. E., Bieman D. N., Schal C., Silverman J. 2016. Insecticide resistance and diminished secondary kill performance of bait formulations against German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *Pest. Manag. Sci.* 72:1778–1784.

10. Nalyanya G., Liang D., Kopanic R. J. Jr, Schal C. 2001. Attractiveness of insecticide baits for cockroach control (Dictyoptera: Blattellidae): laboratory and field studies. *J. Econ. Entomol.* 94:686–693.

11. Shahraki G., Bin I. Y., Noor H. M., Rafinejad J., Shahar M. K. 2010. Biorational control programme for the German cockroach (Blattaria: Blattellidae) in selected urban communities. *Trop. Biomed.* 27:226–235.

Extremely high resistance of German cockroaches to pyrethroids (133–4000×), high –to organophosphorus compounds (11–40×) and phenylpyrazoles (13–54×) was revealed. Weak tolerance is noted for carbamate propoxur and neonicotinoid imidacloprid. A slowing down of the manifestation of symptoms of poisoning during feeding of male cockroaches with baits based on propoxur, chlorpyrifos, imidacloprid, and fipronil and the almost complete absence of action on female cockroaches was revealed. Against the background of high resistance to organic insecticides with neurotoxic type of action, the susceptibility of 5 field strains of cockroaches to baits based on boric acid, hydramethylnon, and chlorfenapyr with different mechanisms of action was studied. Cockroaches of all studied field strains were almost equally susceptible to hydramethylnon and their death occurs within 3–7 days; cockroaches are even more susceptible to 5% boric acid liquid baits and death occurs within 1.5 days. 5% a.i. chlorfenapyr baits are less effective. It is recommended to use the boric acid baits and hydramethylnon based baits in the cockroach integrated pest management.

Key words: German cockroach, resistance, insecticide baits, boric acid, hydramethylnon, chlorfenapyr.