

Сравнительное исследование резистентности уральских и московских рыжих тараканов

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

Исследовано четыре уральские городских популяции рыжих тараканов *Blattella germanica*, выявлена высокая резистентность к пиретроидам (125–375×), резистентность к фосфорорганическим соединениям (11–18×), фенилпиразолам (19–25×) и неоникотиноиду имидаклоприду (12,7–23,6×); толерантность к неоникотиноидам другого химического строения (1,3–6,8×) и чувствительность к карбаматам (1,1–1,7×). Проведено сравнение с московскими популяциями рыжих тараканов.

Ключевые слова: резистентность, инсектициды, рыжий таракан, *Blattella germanica*.

Новейшие сведения из разных стран подтверждают появление популяций тараканов, резистентных как к традиционным группам инсектицидов (пиретроиды, фосфорорганические соединения (ФОС), карбаматы), так и к относительно новым – неоникотиноидам, авермектинам, оксидиазинам и др. [1, 7].

Большие различия в полученных показателях резистентности (ПР) к инсектицидам характеризуют мозаичность процесса отбора и отражают влияние истории обработок на степень устойчивости, различия в количестве и качестве обработок объектов различного типа (предприятия общественного питания, медицинские организации, общежития) профессиональным контингентом или населением в быту.

За время наших исследований (2014–2017 гг.) нами найдены как чувствительные практически ко всем инсектицидам популяции рыжих тараканов, так и высокоустойчивые. Наибольшая резистентность рыжих тараканов, собранных в Москве и Обнинске, установлена к пиретроидам различного строения. Тараканы резистентны и к фосфорорганическим соединениям (ФОС), например хлорпирифосу, и к фенилпиразолам (фипронил). Часть популяций тараканов проявляют чувствительность или толерантность к неоникотиноидам. Все изученные ранее московские популяции чувствительны к карбаматам. Полученные нами спектры чувствительности рыжих тараканов к пяти основным классам инсектицидов позволяют утверждать, что практически все изученные популяции мультирезистентны [2–4].

Целью нашей работы является сравнительное исследование чувствительности к инсектицидам

нескольких уральских и московских популяций рыжих тараканов.

Материалы и методы. Исследование проводили по методам, изложенным в Руководстве Р 4.2.2643–10 [5] и МУ 3.5.2.2358–08 [6]. Все опыты проведены в сравнении с лабораторной чувствительной расой рыжих тараканов *Blattella germanica* L. S–НИИД. Рыжих тараканов, отловленных на предприятиях мукомольной и хлебопекарной промышленности г. Екатеринбурга, культивировали в инсектарии ФБУН НИИ Дезинфектологии в течение одного года без селекции. В опытах использованы самцы рыжих тараканов 1–3–недельного возраста, средняя масса которых составила 50–58 мг/особь (S–НИИД 50,8±1,0; У1 53,3±0,25; У2 50,5±0,55; У3 58,8±1,72; У4 53,5±0,94).

При топикальном нанесении инсектицидов ацетоновые растворы действующих веществ (ДВ) по 1 мкл наносили на переднегрудь насекомых, анестезированных медицинским эфиром. Учет смертности проводили через 24–48 часов после обработки. Насекомых, лежащих на спине, способных самостоятельно перевернуться, относили к погибшим и определяли показатели СК₅₀ (95), % (концентрация, при которой погибает 50% (95%) подопытных насекомых).

Скорость наступления состояния паралича определяли стандартным методом ВОЗ – подсадкой 10 самцов рыжих тараканов в обработанные ацетоновым раствором ДВ инсектицида в дозе 20 мкг/см² и высушенные пробирки объемом 120 мл (площадь внутренней поверхности 170 см²). Учет поражения насекомых вели каж-

Таблица 1

Показатели резистентности самцов рыжих тараканов к инсектицидам основных химических классов при топикальном нанесении 1 мкл ацетоновых растворов

Инсектицид / Раса	N	СК ₅₀ , %	СК ₉₅ , %	ПР по СК ₅₀
Циперметрин				
S-НИИД	120	0,0012 (0,0092–0,0016)	0,0070 (0,0054–0,0091)	–
Y1	100	0,16 (0,12–0,21)	0,50 (0,38–0,65)	133
Y2	100	0,15 (0,12–0,20)	0,50 (0,44–0,57)	125
Y3	100	0,20 (0,15–0,26)	0,50 (0,40–0,63)	167
Y4	100	0,45 (0,35–0,59)	> 1,0	375
Хлорпирифос				
S-НИИД	120	0,020 (0,018–0,023)	0,040 (0,032–0,056)	–
Y1	100	0,22 (0,16–0,30)	1,0 (0,77–1,30)	11,0
Y2	100	0,30 (0,22–0,40)	>1,0	15,0
Y3	100	0,23 (0,17–0,30)	1,0 (0,80–1,25)	11,5
Y4	100	0,36 (0,29–0,45)	>1,0	18,0
Пропоксур				
S-НИИД	120	0,029 (0,022–0,038)	0,063 (0,048–0,091)	–
Y1	100	0,050 (0,040–0,060)	0,170 (0,130–0,220)	1,7
Y2	100	0,032 (0,025–0,042)	0,140 (0,110–0,180)	1,1
Y3	100	0,040 (0,031–0,052)	0,120 (0,090–0,160)	1,4
Y4	100	0,045 (0,035–0,059)	0,170 (0,130–0,220)	1,6
Фипронил				
S-НИИД	120	0,00015 (0,00012–0,00020)	0,0004 (0,0003–0,0005)	–
Y1	100	0,0029 (0,0022–0,0038)	0,013 (0,010–0,017)	19,3
Y2	100	0,0035 (0,0027–0,0046)	0,014 (0,011–0,018)	23,3
Y3	100	0,0030 (0,0023–0,0039)	0,010 (0,008–0,013)	20,0
Y4	100	0,0037 (0,0028–0,0048)	0,014 (0,011–0,018)	24,7
Имидаклоприд				
S-НИИД	120	0,013 (0,009–0,019)	0,079 (0,046–0,210)	–
Y1	100	0,14 (0,11–0,18)	0,28 (0,22–0,36)	12,7
Y2	100	0,26 (0,20–0,34)	>0,50	23,6
Y3	100	0,18 (0,14–0,23)	>0,50	16,4
Y4	100	0,20 (0,15–0,26)	>0,50	18,2
Ацетамиприд				
S-НИИД	120	0,025 (0,019–0,033)	0,050 (0,038–0,065)	–
Y1	100	0,12 (0,10–0,15)	0,50 (0,40–0,63)	4,8
Y2	100	0,10 (0,08–0,13)	0,50 (0,43–0,59)	4,0
Y3	100	0,10 (0,07–0,12)	>1,0	4,0
Y4	100	0,10 (0,08–0,13)	>1,0	6,8

Инсектицид / Раса	N	СК ₅₀ , %	СК ₉₅ , %	ПР по СК ₅₀
Тиаметоксам				
S-НИИД	120	0,0023 (0,0020–0,0027)	0,0080 (0,0068–0,0107)	–
У1	100	0,0066 (0,0051–0,0086)	0,030 (0,023–0,039)	2,9
У2	100	0,0045 (0,0035–0,0059)	0,025 (0,019–0,033)	2,0
У3	100	0,0062 (0,0048–0,0081)	0,020 (0,015–0,026)	2,7
У4	100	0,0100 (0,0077–0,0130)	0,038 (0,029–0,049)	4,3
Клотианидин				
S-НИИД	120	0,0023 (0,0016–0,0032)	0,0079 (0,0052–0,0185)	–
У1	100	0,0030 (0,0023–0,0039)	0,018 (0,014–0,023)	1,3
У2	100	0,0050 (0,0038–0,0065)	0,018 (0,014–0,023)	2,2
У3	100	0,0070 (0,0054–0,0091)	0,030 (0,023–0,039)	3,0
У4	100	0,0040 (0,0031–0,0052)	0,017 (0,013–0,022)	1,7

Примечание: ПР <10 – толерантность, > 10 – резистентность

дую минуту до наступления поражения последней особи, повторность опытов 3–5-кратная. Определяли показатели ЛТ₅₀ (95), мин (время, за которое было поражено 50% (95%) подопытных насекомых).

Повторность опытов трехкратная. Эксперименты проводили при температуре 22–25°C и относительной влажности воздуха более 60%. Статистическую обработку результатов экспериментов проводили с помощью компьютерной программы SPSS Statistics.

Результаты и обсуждение. Для определения уровня резистентности к инсектицидам ВОЗ рекомендован топикальный метод нанесения микрокапель ацетоновых растворов ДВ на покровы насекомого. Показатели резистентности (ПР) определяются как отношение концентрации инсектицида, обеспечивающей смертность 50% насекомых резистентной популяции, к таковой величине для чувствительной лабораторной расы. ВОЗ разработана и классификация устойчивости: ПР=1 – чувствительность, ПР до 3 – слабая толерантность, ПР до 10 – толерантность, ПР более 10 – резистентность [7]. При топикальном методе исследования фиксируется результат отравления через 24 или 48 часов после нанесения инсектицида и гибель или восстановление у насекомых жизнедеятельности, он является наиболее информативным при оценке степени резистентности насекомых.

На примере циперметрина показано, что тараканы изученных уральских популяций высокоустойчивы к группе пиретроидов (125–375×) (табл. 1). Резистентность к пиретроидам на этих объектах настолько высока, что, по-видимому,

эти препараты следует изъять из схем ротации инсектицидов. Проведенное сравнение с ранее изученными московскими популяциями рыжих тараканов показывает, что уральские популяции по чувствительности к пиретроидам аналогичны таковым, собранным в Москве в студенческих общежитиях (М2 и М3 225–283×), на предприятиях общественного питания (М1 140×) и в медицинских организациях (М6 290×), но не достигают сверхрезистентности обнинской популяции (ОБН >4000×).

Высока устойчивость уральских тараканов и к фосфорорганическому соединению хлорпирифосу (10–18×), фенилпиразолу фипронилю (19–25×). Чувствительность установлена только к карбамату пропоксуру (1,1–1,7×). К ряду соединений группы неоникотиноидов: ацетамиприду, клотианидину и тиаметоксаму, – выявлена слабая толерантность (1,2–4,3×), а к имидаклоприду уже развилась достаточно высокая резистентность (12–24×) (табл. 1).

Как мы сообщали ранее, московские популяции проявляют приблизительно такую же устойчивость к ФОС хлорпирифосу (11–15×) и фенилпиразолу фипронилю (12–54×), чувствительность к карбамату пропоксуру (1,4–3,5×). К препаратам группы неоникотиноидов практически все ранее изученные московские и обнинская популяции были чувствительны или слаботолерантны (1,0–5,6×). Единственная популяция из медицинской организации (М6) проявила резистентность к имидаклоприду (12,7×) [2–4].

Подобные данные о высокой резистентности к пиретроидам рыжих тараканов получены в Корее (бифентрин 46–159×, дельтаметрин 61–160×,

Таблица 2

Показатели резистентности рыжих тараканов к отложениям инсектицидов на стекле в дозе 20 мкг/см²

Инсектицид	Раса	N	КТ ₁₀ , мин	КТ ₅₀ , мин	КТ ₉₀ , мин	ПР по КТ ₅₀
Циперметрин	S-НИИД	50	2,5±0,91	4,3±0,5	6,3±0,5	–
	У1	40	4,7±3,4	15,0±8,2	23,3±7,6	3,5
	У2	40	13,6±1,8	20,2±2,8	28,7±2,1	4,7
	У3	40	13,5±1,2	28,3±2,5	35,3±0,5	6,7
	У4	40	19,4±6,8	42,6±11,2	НД*	9,9
Фипронил	S-НИИД	50	117,4±5,5	148,1±9,5	187,5±16,5	–
	У1	40	350	400	450	2,7
	У2	40	365	440	500	3,0
	У3	40	374	420	510	2,8
	У4	40	400	440	490	3,0
Хлорпирифос	S-НИИД	50	23,5±5,1	31,8±4,2	38,3±4,1	–
	У1	50	46,0±6,0	68,7±12,4	101,7±21,5	2,2
	У2	40	26,3±0,9	31,2±1,4	39,5±0,4	1,0
	У3	40	35,1±1,6	41,3±2,4	47,1±3,0	1,3
	У4	40	26,1±0,5	30,8±0,6	37,3±0,2	1,0
Пропоксур	S-НИИД	50	8,3±0,6	9,6±0,9	12,4±1,2	–
	У1	40	11,5±3,0	15,0±2,8	18,5±3,7	1,6
	У2	40	13,0±0,2	19,1±1,4	24,9±2,4	2,0
	У3	40	13,3±5,3	20,6±2,9	28,5±4,6	2,1
	У4	40	15,7±3,1	22,1±2,3	31,7±4,6	2,3

Примечание: *НД – поражено 70%

эсфенвалерат 70–270×). В то же время для хлорпирифоса (2–13×), хлорпирифос–метила (2–8×) и фентиона (8–17×) зарегистрирован умеренный уровень устойчивости. Отмечено, что встречались популяции тараканов, уровень резистентности которых к каждому инсектициду превышал указанные выше значения [9]. В США получены аналогичные данные: обнаружены две популяции рыжих тараканов, высокорезистентные к пиретроидам (77–86×), фипронилю (38×), и к ФОС (14–26×), толерантные к имидаклоприду (8×), индосакарбу и хлорфенапиру (6×) и чувствительные к абамектину (1,3×) [11]. Это свидетельствует о так называемой мозаичной резистентности, когда она зависит от истории применения инсектицидов и их ротации.

Все четыре популяции тараканов из Екатеринбурга собраны на разных пищевых объектах, которые в течение длительного времени однотипно обрабатывались инсектицидами одной и той же организацией, в то время как в Москве тараканы получены из разных источников и, соответственно, подвергались обработкам разными организа-

циями. Мы считаем, что в данном случае спектр резистентности уральских насекомых ярко свидетельствует о влиянии истории обработок на развитие устойчивости к инсектицидам.

Следует отметить, что при оценке уровня резистентности тараканов следует руководствоваться приведенными в зарубежной литературе сведениями о достоверном снижении эффективности инсектицида, применяемого в практических условиях методом опрыскивания, при получении в лабораторных условиях топикальным методом показателя резистентности >10 [цит. по 8].

Метод принудительного контакта насекомых с обработанным инсектицидом стеклом также рекомендован ВОЗ. Этот метод демонстрирует замедление симптомов отравления насекомых, что в случае пиретроидов может свидетельствовать о наличии мутаций типа *Kdr*, а в случае фенилпиразолов (фипронил) – мутаций типа *Rdl*. Показатели резистентности рассчитывают как отношение времени поражения 50% насекомых резистентной популяции к таковой величине для чувствительной лабораторной расы. Более позднее на-

ступление состояния паралича может возникать и при большей толщине кутикулы или при изменении ее состава, и при увеличении активности детоксицирующих ксенобиотики ферментов и др.

При контакте с сухими отложениями инсектицида на стеклянной поверхности проникновение инсектицида к месту действия несколько затруднено, что связано с небольшой площадью контакта и отсутствием растворителя. В этом случае фиксируются только симптомы начального отравления, которые могут впоследствии оказаться обратимыми. Оценка замедленного проявления состояния паралича важна, поскольку известно, что это ведет к потере эффективности инсектицидов и снижению продолжительности остаточного действия в реальных условиях.

При контакте насекомых со стеклом, обработанным техническим продуктом циперметрина в концентрации 20 мкг ДВ/см², установлено, что отравление насекомых чувствительной расы S-НИИД проявлялось весьма быстро – через 2,5 мин, а через 6,3 мин насекомые были поражены полностью (табл. 2). Аналогичные показатели для популяций У1, У2, У3 и У4, были больше в 3–10 раз (при ПР топикально 133, 125, 167 и 375×, соответственно). Ранее у рыжих тараканов московской популяции М6 при контакте с отложениями циперметрина в дозе 20 мкг/см² нами установлено замедление нокдаун-эффекта в 6,9 раза, а у московской М7 и у обнинской ОБН популяций установлена полная нечувствительность (замедление в 300 и более 400 раз, соответственно). При продолжительном контакте в течение 24 часов самцы этих популяций выживали полностью [2]. Согласно некоторым зарубежным данным, замедление состояния паралича у резистентных насекомых составило для перметрина 5,2–23,7 раз, для циперметрина 3–20 раз [16].

Контактное действие фипронила в концентрации 20 мкг ДВ/см² проявляется медленно, начало отравления чувствительной расы S-НИИД фиксируется через 100–130 мин, поражение 50% самцов наблюдается через 140–160 мин, и полное отравление насекомых наступает лишь через 3 часа (175–210 мин). У уральских городских популяций тараканов при контакте с отложениями фипронила установлено замедление проявлений состояния паралича в 2,7–3,0 раза (при ПР топикально 19–25×), что сопоставимо с данными, полученными для популяций, высокорезистентных к фипронилу 2,5–2,9 раза (М6 топикально ПР=40 и ОБН ПР=54).

Контакт с отложениями хлорпирифоса в концентрации 20 мкг ДВ/см² приводил к параличу всех чувствительных насекомых в опыте в те-

чение 40 мин. Несмотря на достаточно высокую резистентность к хлорпирифосу, полученную топикальным методом ПР=10–15 (табл. 1), замедление паралича при контакте с отложениями инсектицида зафиксировано только у популяции У1 в 2,2 раза (табл. 2). Продолжительность нарастания симптомов отравления составила от 40 (У2, У3 и У4) до 100 мин (У1). Близкие данные получены и для московских популяций: 50 мин – для М6 (топикальное нанесение, ПР=26), 70 мин – для М1 (топикальное нанесение, ПР=15), 96 мин – для М3 (топикальное нанесение, ПР=15) и 190 мин – для ОБН (топикальное нанесение ПР=11). Таким образом, замедление проявлений состояния паралича при контакте с хлорпирифосом у московских популяций составило 1,7–2,3 раза.

Уральские популяции были толерантны к отложениям пропоксура в концентрации 20 мкг ДВ/см², зафиксировано замедление проявлений симптомов отравления (1,6–2,3 раза) (табл. 2), несмотря на отсутствие резистентности при исследовании топикальным методом (табл. 1). Аналогичные данные были получены и при изучении московских популяций: зафиксировано замедление симптомов отравления в 1,3–3,8 раза при низкой толерантности, полученной топикальным методом. Контакт с отложениями пропоксура приводил к параличу всех чувствительных насекомых в опыте в течение 12–15 мин. Продолжительность нарастания симптомов отравления (поражены все насекомые в опыте) составляла 30 мин – для популяции М6 (топикально ПР=3,4), М1 (топикально ПР=4,1), М3 (топикально ПР=1,4) и 50 мин – для популяции ОБН (топикально ПР=3,5). Максимальное замедление проявления состояния паралича при контакте с пропоксуром выявлено у популяции ОБН – в 2,7 раза. Тараканы московских популяций М1 и М3 демонстрировали замедление симптомов отравления в 2,2 раза.

Заключение. Согласно данным, полученным нами и приведенным в научной литературе, можно утверждать, что в настоящее время наибольший уровень резистентности рыжих тараканов установлен к пиретроидам. Резистентные популяции синантропных тараканов распределены мозаично, что зависит от ряда факторов, в первую очередь от истории применения инсектицидов на конкретном объекте. Весьма ярко это показано на примере Тайваня при обработках в медицинских организациях и домовладениях, а также на предприятиях общественного питания в разных провинциях Кореи [10, 17]. Аналогичные данные получены и нами – на однородных пред-

приятных, обрабатываемых одной и той же организацией, выявлен однородный профиль резистентности [2–4]

Более того, общая картина резистентности к разным группам инсектицидов меняется во времени. Так, по данным 1993 года рыжие тараканы четырех стран были слаботолерантны к пиретроидам (ПР = 2), а к ФОС выявлена высокая резистентность (ПР до 462), к карбаматам также устойчивость была значительно выше (ПР до 46), чем в настоящее время [12, 13]. Данные литературы по уровню резистентности в мире с 1952 по 1997 гг. [15] показывают высокий уровень устойчивости тараканов к хлорорганическим соединениям (хлордану, линдану, дилдрину и ДДТ) в период с 1953 до 1977 гг., к ФОС – с 1968 по 1991 гг., к карбаматам высокий уровень устойчивости зафиксирован в 1988–1996 гг., к пиретроидам – с 1991 по 1996. В 2010 г. спектр резистентности, выявленный в Сингапуре, стал кардинально другим: ПР к пиретроидам достигал 468, к ФОС – 1,5–23, к карбаматам 4–22 [8]. В Корее в 2010 г. резистентность к пиретроидам составила в некоторых случаях более 150×, а к ФОС – всего 8–16× [10]. В Иране в госпиталях Тебриза в 2013 году резистентность к карбаматам была также невысока и составляла к карбарилу не более 2× и бендиокарбу 2–8× [18].

Рекомендации ВОЗ и Комитета по резистентности к инсектицидам (IRAC) по преодолению резистентности состоят в том, что следует поочередно использовать инсектициды с разным механизмом действия согласно опубликованной схеме [14, www.ircac-online.org].

Для борьбы с резистентными тараканами следует вводить в интегрированную систему пест-менеджмента (ИПМ) использование приманок на основе аминокризинонов (гидраметилнон), авермектинов (аверсектин С, абамектин), наряду с препаратами, применяемыми методом опрыскивания. Рекомендовано также применение регуляторов развития насекомых, в том числе на основе гидропрена. Следует обратить внимание также на жидкие приманки на основе борной кислоты или боракса и на средства механического отлова насекомых – клейкие ловушки.

Список использованной литературы References

1. Еремина О. Ю., Олехнович Е. И., Алексеев М. А., Олифер В. В., Рославцева С. А., Ибрагимхалилова И. В., Геворкян И. С. Резистентность к инсектицидам рыжих тараканов *Blattella germanica* (L.) (Blattoptera: Blattellidae) (обзор литературы 2000–2015 гг.). Дез. Дело. 2016; 2. 42–53. [Eremina O. Yu., Olekhnovich E. I., Alekseev M. A., Olifer V. V., Roslavtseva S. A., Ibragimkhalilova I. V., Gevorkyan I. S. Cockroaches *Blattella germanica* (L.) (Blattoptera: Blattellidae) resistance to insecticides. Literature review 2000–2015. Disinfection Affairs (ISSN 2076–457X) 2016; 2. 42–53] [In Russian].

2. Еремина О. Ю., Олехнович Е. И., Олифер В. В., Геворкян И. С., Ибрагимхалилова И. В. Исследование резистентности рыжих тараканов к пиретроидам. Дез. Дело. 2017; 1. 48–54. [Eremina O. Yu., Olekhnovich E. I., Olifer V. V., Gevorkyan I. S., Ibragimkhalilova I. V. Investigation of *Blattella germanica* resistance to pyrethroids]. Disinfection Affairs (ISSN 2076–457X). 2017; 1. 48–54.] [In Russian].

3. Еремина О. Ю., Олехнович Е. И., Олифер В. В., Ибрагимхалилова И. В., Геворкян И. С., Бендрышева С. Н., Сарвин Б. А. Исследование резистентности рыжих тараканов к фипронилю. Дез. дело. 2016; 2. 34–41. [Eremina O. Yu., Olekhnovich E. I., Olifer V. V., Ibragimkhalilova I. V., Gevorkyan I. S., Bendrysheva S. N., Sarvin B. A. Investigation of *Blattella germanica* resistance to fipronil]. Disinfection Affairs (ISSN 2076–457X) 2016; 2. 34–42.] [In Russian].

4. Еремина О. Ю., Олифер В. В., Рославцева С. А., Бендрышева С. Н. Исследование топикальным методом резистентности рыжих тараканов к инсектицидам из различных классов. Дез. дело. 2015; 3. 40–45. [Eremina O. Yu., Olifer V. V., Ibragimkhalilova I. V., Roslavtseva S. A., Bendrysheva S. N. Investigation of *Blattella germanica* resistance to insecticides of different chemical classes]. Disinfection Affairs (ISSN 2076–457X) 2015; 3. 40–45.] [In Russian].

5. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Руководство Р 4.2.2643–10. М. Федеральное агентство по гигиене и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 615 с. [Methods of laboratory researches and testing of disinfectants for assessment of their efficiency and safety. Management. P 4.2.2643–10]. Moscow: Federal centre of hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor (ISBN 978–5–7508–1002–4). 2011; 615 p.] [In Russian].

6. Определение уровня чувствительности синантропных насекомых к инсектицидам. Методические указания МУ 3.5.2.2358–08. М.: Федеральное агентство по гигиене и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2009. 35 с. [Determination of synanthropic insects sensitivity level to insecticides: Methodical instructions 3.5.2.2358–08]. Moscow: Federal centre of hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor. 2009. 35 p.] [In Russian].

Rospotrebnadzor, (ISBN 978-5-7508-0864-9). 2009, 35 p.] [In Russian]

7. Рославцева С. А. Резистентность к инсектоакарицидам членистоногих, имеющих эпидемиологическое и санитарно-гигиеническое значение. М.: Компания Спутник+. 2006. 130 с. [Roslavtseva S. A. Resistance to insectoacaricide arthropods with epidemiological and sanitary-hygienic value] Moscow, Kompania Sputnik+. (ISBN 5-364-00343-4). 2006. 130 p.] [In Russian].

8. Chai R.-Y., Lee C.-Y. Insecticide resistance profiles and synergism in field populations of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) from Singapore. *J. Econ. Entomol.* 2010; (103) 2. 460-471.

9. Chang K.-S., Jung J.-S., Park C. et al. Insecticide susceptibility and resistance of *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae) in Seoul, Republic of Korea, 2007. *Entomol. Res.* 2009. (39) 4. 243-247.

10. Chang K. S., Shin E. H., Jung J. S. Park C., Ahn Y.-J. Monitoring for insecticide resistance in field-collected populations of *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae). *J. Asia-Pac. Entomol.* 2010; (13) 4. 309-312.

11. Gondhalekar A. D., Song C., Scharf M. E. Development of strategies for monitoring indoxacarb and gel bait susceptibility in the German cockroach (Blattodea: Blattellidae). *Pest Manag. Sci.* 2011; 67 (3). 262-270.

12. Hemingway J., Dunbar S. J., Monro A. G., Small G. J. Pyrethroid resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae): resistance levels and underlying mechanisms // *J. Econ. Entomol.* 1993. (86) 6. 1631-1638.

13. Hemingway J., Monro A. G., Small G. J. Possible mechanisms of organophosphorus and carbamate insecticide resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) from different geographical areas. *J. Econ. Entomol.* 1993; (86) 6. 1623-1630.

14. IRAC Mode of Action Classification Scheme Issued, April 2016 Version 8.1 Insecticide Resistance Action Committee www.irc-online.org

15. Lee C.-Y. Insecticide resistance and its underlying mechanisms in the German cockroach, *Blattella germanica* (Linn.) (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Bioscience.* 1997; 8 (2). 156-172.

16. Limoe M., Ladonni H., Enayati A. A. et al. Detection of pyrethroid resistance and cross resistance to DDT in seven field-collected strains of the German cockroach *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Biol. Sci.* 2006; 6 (2) 382-387.

17. Pai H.-H., Wu S.-C., Hsu E.-L. Insecticide resistance in German cockroaches (*Blattella*

germanica) from hospitals and households in Taiwan. *Int. J. Environ. Health Res.* 20056; 15 (1) 33-40.

18. Salehi A., Vatandoost H., Hazratian T., Sanei-Dehkordi A., et al. Detection of bendiocarb and carbaril resistance mechanisms among German cockroach *Blattella germanica* (Blattaria: Blattellidae) collected from Tabriz hospitals, East Azerbaijan province, Iran in 2013. *J. Arthropod-Borne Dis.* 2016; 10. (3) 403-412.

Comparative study of Ural and Moscow german cockroach resistance

Eremina O. Yu., Olifer V. V., Ibragimkhalilova I. V., Scientific Research Disinfectology Institute of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being 18 Nauchnyy proezd, Moscow, 117246, Russian Federation.

Four Ural urban population of German cockroaches *Blattella germanica*, revealed a high resistance to pyrethroids (125-375 \times), resistance to organophosphates (11-18 \times), phenylpyrazole (19-25 \times) and the neonicotinoid imidacloprid (12,7-23,6 \times) was studied. Cockroaches were tolerance to neonicotinoids with another structure (1,3-6,8 \times) and susceptibility to carbamates (1,1-1,7 \times). A comparison with the Moscow cockroach populations resistance was conducted.

Keywords: insecticide, resistance, German cockroach, *Blattella germanica*