

Резистентность к инсектицидам в популяциях постельных клопов из разных стран в период 2001–2014 гг.

Рославцева С. А.¹, Алексеев М. А.¹, Кривонос К. С.^{1,2}

¹ ФБУН «Научно-исследовательский институт дезинфектологии» Роспотребнадзора, 117246, г. Москва, Научный проезд, 18

² ФГБОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина», г. Москва, 109472, г. Москва, ул. Скрябина, д. 23

Приведены данные о распространении и резистентности к инсектицидам популяций постельных клопов *Cimex lectularius* L. в разных странах (Великобритания, страны Скандинавии, Германия, Швейцария, Венгрия, Испания, США, Австралия и Россия). Установлено, что эти насекомые высокорезистентны к пиретроидам, особенно к дельтаметрину, циперметрину и его аналогам, в меньшей степени – к фосфорорганическим инсектицидам и карбаматам и чувствительны к неоникотиноидам.

Ключевые слова: постельный клоп, резистентность, инсектициды, пиретроиды, ФОС, карбаматы, неоникотиноиды.

Постельные клопы – эктопаразиты человека, птиц, летучих мышей и других млекопитающих, известные еще с античных времен [14].

В середине прошлого века считали, что проблема постельных клопов – удел слаборазвитых и развивающихся стран. Однако оказалось, что увеличение численности постельных клопов с середины 90-х гг. XX в. – общемировая тенденция.

Первые сведения о постельных клопах появились в Англии еще в 1583 г. [16], но учеты их численности начали проводить только в 30-х гг. XX века. Серьезность проблемы распространения постельных клопов была столь велика, что в Англии была создана Королевская комиссия по борьбе с постельными клопами, которая в 1933 г. сообщила, что все дома этой страны в большей или меньшей степени заселены этими насекомыми [9].

После открытия инсектицидных свойств ДДТ и его применения в борьбе с клопами численность последних резко снизилась. Так, в Великобритании (Англия, Уэльс) в 1986–2000 гг. количество обработок против клопов неуклонно снижалось [8]. Однако с середины 1990-х гг. начали поступать сведения о возрастании численности этих насекомых [9, 28]. В последние годы количество обработок в Лондоне ежегодно увеличивается на 24,7% [9].

В Дании активное применение пиретроидов с 1982 г. обеспечивало высокую эффективность в борьбе с клопами до 1995 г., но в период 2002–2007 гг. было отмечено существенное повышение численности клопов. Однако в Дании

проблема повышения численности клопов не столь велика, как в других странах. Для борьбы с клопами используют природные пиретрины, пиретроиды, хлорпирифос. В Дании были собраны 10 популяций клопов, в основном из Копенгагена. Лабораторную расу «Гарольд Харлан» из США использовали в качестве чувствительной. Стекло-вые чашки размером (15×15) см обрабатывали из опрыскивателя Поттера в следующих нормах расхода: 57,6 мг/м² перметрина, 19,6 мг/м² дельтаметрина и 53 мг/м² хлорпирифоса. У чувствительной расы перметрин вызвал смертность 95% особей, и только у двух природных популяций смертность составила 55 и 57%. Остальные популяции были более устойчивыми к этому инсектициду. Обработка хлорпирифосом у 5 популяций вызвала гибель 100% особей, у трех смертность составила всего 55-65% [17-18].

Аналогичные данные были получены из Швеции, где за тот же период количество помещений, заселенных клопами, увеличилось на 100%, причем максимальное их количество было выявлено в Стокгольме [18].

С 1999 г. численность постельных клопов в Цюрихе (Швейцария) возрастала и в 2007 г. увеличилась на 40% [23]. Резкое увеличение численности клопов отмечали в этом городе в 2010 г. – более 50% помещений оказались заселены клопами [24].

В Будапеште (Венгрия) в начале 40-х гг. XX века постельные клопы заселили 75% квартир, в 1950-е гг. интенсивность заселения значительно снизилась, но с конца 1990-х гг. численность клопов стала стремительно возрастать и до-

СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ

стигла критического уровня в 2007 г. При этом максимально заселенными оказались панельные многоквартирные дома, а минимально – частные дома. В Венгрии были разработаны градации заселения помещений постельными клопами: низкая заселенность – 1–10 насекомых на квартиру; средняя заселенность – 11–30; высокая заселенность – 31–50; предельно высокая заселенность – более 50 клопов на квартиру. Учеты, проведенные перед обработками, показали, что в 57 квартирах (62,6% от общего количества обследованных) был низкий уровень заселения; средний, высокий и предельно высокий уровни заселения регистрировали в 25 (27,5%), 8 (8,8%) и одной (1,1%) квартирах, соответственно. Максимальное количество клопов обнаруживали в изголовье кроватей, в матрасах, кушетках и старых креслах, картинах на стенах, мебели и паркетных полах. Для борьбы с клопами использовали средство 6% КЭ «Биопрен» фирмы «Баболна», включающее натуральные синергизированные пиретрины с добавлением ювеноида S-метопрена, воздействующего на личинок клопов. При высокой численности насекомых также использовали препараты на цифенотрине с добавлением d-тетраметрина [28].

Несмотря на формирование во всем мире популяций постельных клопов, резистентных к пиретроидам, в Германии долгие годы этой проблемы не существовало. Тем не менее, фирмы, проводящие дезинсекцию, указывали на недостаточную эффективность применяемых инсектицидов. В Институте паразитологии и тропической ветеринарии в Берлине были предприняты попытки проведения мониторинга резистентности популяций постельных клопов к дельтаметрину. Популяции клопов были собраны из 20 заселенных этими насекомыми апартаментов Берлина. В 12 собранных образцах было менее 30 клопов, что было недостаточно для экспериментов. Опыты проводили с 4 природными популяциями, которых не подвергали дополнительной селекции. Для сравнения использовали чувствительную лабораторную расу (UBA), культивируемую с 1947 г. Всех клопов содержали в темноте при 24°C и относительной влажности 45±10% и кормили на кроликах. В опытах использовали самцов клопов, их подвергали принудительному контакту с фильтровальной бумагой (диски площадью 0,64 см² из ватмана плотностью 87 г/м² и толщиной 180 мкм), пропитанной растворами дельтаметрина, в течение 24 ч. в 24-луночных планшетах) – модификация метода Romero et al., 2007 [35]. Использовали дельтаметрин 90%-й чистоты. Его растворяли в ацетоне для получения концентраций 0,0005;

0,001; 0,005; 0,001; 0,01 и 0,1 мг/мл. Фильтры высушивали в течение 30 мин. и помещали на дно камеры. Для предотвращения агрегации клопов их рассаживали по одному. Для экспериментов из природных популяций использовали по 90 клопов, в контрольном варианте – 30. Находили величины СК₅₀ (мг/см²) дельтаметрина для четырех популяций и чувствительной расы и по их соотношению рассчитывали показатель резистентности (ПР). СК₅₀ дельтаметрина для расы S составляла 0,258 мг/см²; для популяций СК – 1,072; OB – 0,989; LB – 1,095; AS – 1,319 мг/см². Рассчитанные показатели резистентности, составлявшие 3,8–5,1, оказались значительно более низкими, чем в США. Так, по данным Z.N. Adelman et al. [6], показатель резистентности к дельтаметрину составлял 5,62, а по данным K.A. Romero et al. [35], – более 1,4×10⁷; по данным D.G. Lilly et al. [19], – более 4,8×10⁵. Был проведен анализ ДНК на резистентность по kdr-типу (kdr-полиморфизм мутации V410L и L9251). Для всех 4 популяций была характерна мутация L9251 (СТТ АТТ). Ни у одной особи из этих популяций не нашли мутацию V410L (ГТС СТС) [37].

Специалисты из Испании считают, что возрастание численности клопов – проблема двух последних десятилетий, связанная с завозом клопов из разных стран. Так, в Валенсии в 2005–2007 гг. было установлено три случая завоза клопов с одеждой и багажом. Женщина из Валенсии в 2005 г. посетила Лондон, останавливалась в 4-звездочном отеле, откуда привезла клопов. Для их уничтожения потребовалось проведение трех обработок в течение 2006 г. Студенты после посещения Швеции и паломники (2007 г.) завезли клопов с багажом [12].

В Израиле в течение 2006–2008 гг. в сравнении с 2001–2005 гг. на 50–150% увеличилось число случаев заселения клопами и помещений в отелях, жилых помещениях, тюрьмах и в производственных помещениях. Считают, что это связано с завозом клопов из стран Африки (Эфиопия и Египет), Азии (страны от Пакистана до Вьетнама), Америки (США и Бразилия), и Европы (12 стран восточной Европы, включая Молдавию, Румынию и Россию, и 12 стран западной Европы – Франция, Италия, Англия и др.). В израильской энтомофауне в основном присутствует *C. lectularius*. Для борьбы с клопами чаще всего применяли пиретроиды: перметрин, циперметрин, цифлутрин, дельтаметрин, трансфлутрин, ФОС – хлорпирифос, диазинон, малатион, реже использовали карбамат пропоксур и иногда ювеноид пирипроксифен. Резистентность к пиретроидам объясняют завозом популяций, резистентных к ним [25]. Тропический

Таблица 1

**Изменение ассортимента инсектицидов в борьбе с постельными клопами
в США в 2007–2013 гг. [34]**

Средство	ДВ	Средство	ДВ	Средство	ДВ	Средство	ДВ
2007 г.		2010 г.		2012 г.		2013 г.	
Суспенд	Дельтаметрин	Фантом	Хлорфенапир, имidakлоприд	Фантом	Хлорфенапир, имidakлоприд	Термицид	β-цифлутрин
Гентрол	Гидропрен	Гентрол	Гидропрен	Термицид	β-цифлутрин	Фантом	Хлорфенапир, имidakлоприд
Бедлам	d-Фенотрин	Суспенд	Дельтаметрин	Бедлам	d-Фенотрин	Бедлам	d-Фенотрин
Деманд	Лямбда-цигалотрин	Бедлам	d-Фенотрин	Альпин Д	Динотефуран	Транспорт	Бифентрин, ацетамиприд
Дельта Дуст	Дельтаметрин	Темпо Д	Цифлутрин	Гентрол	Гидропрен	Альпин	Динотефуран
Стерифаб	d-Фенотрин	Деманд	Лямбда-цигалотрин	Транспорт	Бифентрин, ацетамиприд	Гентрол	Гидропрен
Фантом	Хлорфенапир, имidakлоприд	Дельта дуст	Дельтаметрин	Темпо Д	Цифлутрин	Альпин Д	Динотефуран
Си-Лик	Силикагель	Дрион	Силикагель+ ППБ, пиретрины	Суспенд	Дельтаметрин	Гентрол	Гидропрен
Темпо Д	Цифлутрин	Пиретрины	Пиретрины	Дрион	Силикагель + ППБ, пиретрины	Деманд	Лямбда-цигалотрин
Дрион	Силикагель + ППБ, пиретрины	–	–	–	–	Суспенд	Дельтаметрин
–	–	–	–	–	–	Темпо Д	Цифлутрин

вид *C. hemipterus* был обнаружен в Израиле на 4 птицефермах. Полагают, что их занес обслуживающий персонал [26].

В США проблема постельных клопов не существовала в течение 40 лет. Для борьбы с этими насекомыми применяли ДДТ, ФОС и пиретроиды [30]. Первые сведения об увеличении площадей, заселенных клопами, были опубликованы в США в 1999 г. [29]. Так, в штате Флорида с 1999 г. численность клопов возросла в 10 раз. Это явление связывают с миграционными процессами и туристической активностью. Повсеместный рост численности клопов в США отмечали в 2005–2007 гг. В 2007 г. клопами были заселены около 80% квартир. Количество инсектицидных обработок против клопов составляло 5 и более. Считается, что увеличение численности клопов делает их экономически значимыми объектами в этой стране [9].

Интересная сводка о ситуации с постельными клопами в США приведена М. Поттером с соавт. [32]. По их данным, резко увеличилась численность постельных клопов в 43 странах мира. По сведениям респондентов, по степени заселенности этими насекомыми регионы США распределены

следующим образом: Средний Запад – 33%, Юг – 26%, Северовосток – 2% и Запад – 20% [33]. В настоящее время эти показатели увеличились: Запад – 79%, Средний Запад – 77%, Юг – 74%, Северо-восток – 53% [34].

В последние годы в США борьба с клопами занимает 76% от общего объема мероприятий по борьбе с синантропными насекомыми, с муравьями – 17%, с тараканами – 6%, с термитами – 1% [34].

В 2003 г. в США была создана программа «Sensor – Pesticides program» для 11 штатов по оценке воздействия применения инсектицидов при борьбе с постельными клопами на граждан. Было установлено, что наиболее часто применяют пиретроиды (69%), пиретрины (25%), производные карбаминовой кислоты (3%), фосфорорганические инсектициды (2%) и другие соединения: ДЭТА (4%), гидропрен (2%), хлорфенапир (1%) и ацетамиприд – 1% [7]. В 2006 г. были проведены полевые опыты по сравнению обработок традиционными инсектицидами: β-цифлутрин 1,8% суспензионный концентрат (СК), 18 г/л («Темпо ультра»); дельтаметрин 4,75% СК, 47,5 г/л («Суспенд») – оба фирмы «Байер АГ»; гидропрен

Таблица 2

Инсектициды, зарегистрированные в Австралии для борьбы с постельными клопами (по состоянию на январь 2008 г.) [11]

Действующее вещество	Форма применения
Бендиокарб	Дуст, смачивающийся порошок (СП)
β-Цифлутрин	Концентрат суспензии (КС)
Цифлутрин	Водный концентрат эмульсии, СП
Дельтаметрин	КС
Диазинон	Концентрат эмульсии (КЭ)
Перметрин	Дуст, КЭ, СП
Пиримифос-метил	КЭ
Различные синергизированные пиретрины	Аэрозольная упаковка
Пропоксур	Аэрозольная упаковка

3,6 г/л аэрозоль фирмы «Гентрол Аэрозоль Wellmark internation» и новыми инсектицидами: хлорфенапир 21,4% КЭ, 214,5 г/л КЭ («Фантом») фирмы «БАСФ», «Steri-Fab» 60,39% изопропанол, NIS 325 дуст 99,5% лиместона, гидропрен 3,6 г/л аэрозоль фирмы «Гентрол Аэрозоль Wellmark internation». Обработки традиционными инсектицидами оказались более эффективными [22].

Прослежено изменение ассортимента инсектицидных препаратов, применяемых в США в борьбе с постельными клопами, с 2007 г. [34] (табл. 1).

В 2007 г. наиболее часто использовали (в порядке уменьшения объема применения) препараты «Суспенд» (дельтаметрин), «Гентрол» (гидропрен), «Бедлам» (d-фенотрин), «Деманд» (лямбда-цигалотрин), «Дельта дуст» (дельтаметрин), «Стерифаб» (d-фенотрин), «Фантом» (смесь хлорфенапира с имидаклопридом), «Си-Лик» (силикагель), «Темпо» (цифлутрин), «Дрион» (силикагель + ППБ, пиретрины). В 2010 г. набор инсектицидных препаратов несколько изменился: «Фантом», «Гентрол», «Суспенд», «Бедлам», «Темпо», «Деманд», «Дельта дуст», «Дрион», пиретрум. В 2012 г. наиболее часто использовали «Фантом», затем «Термицид» (β-цифлутрин), «Бедлам», «Альпин» (динотефуран), «Гентрол», «Транспорт» (смесь бифентрина с ацетамипридом), «Дельта дуст», «Темпо» (цифлутрин), «Суспенд», «Дрион» (силикагель + ППБ, пиретрины). В 2013 г. на первое место по объемам использования переместился «Термицид» (бета-цифлутрин), затем следовали «Фантом» (смесь хлорфенапира с имидаклопридом), «Бедлам» (d-фенотрин), «Транспорт», «Альпин Д» (ди-

нотефуран), «Гентрол», «Деманд», «Суспенд», «Темпо Д» (цифлутрин). Хотя применение смеси пиретроида и неоникотиноида эффективнее, чем применение только пиретроидов, но резистентность проявляется и к смеси, в основном к пиретроидному компоненту. В связи с этим в 2013 г. из инсектицидов, используемых в США для борьбы с клопами, чаще начали применять «Фантом», содержащий имидаклоприд [34]. Эффективность смесей пиретроидов с неоникотиноидами была выше, чем одних пиретроидов, но резистентность к пиретроидам не снижалась [13].

Примерно в это же время (с конца XX века) начался резкий подъем численности клопов в Австралии. В начале XXI века заметно увеличилась заселенность клопами мотелей, отелей, квартир, больниц, госпиталей. С 2000 г по 2007 г. количество инсектицидных обработок в Австралии против постельных клопов возросло на 4500% [11].

Средства, которые были разрешены в Австралии для борьбы с постельными клопами на начало 2008 г., представлены в табл. 2.

Бендиокарб в форме 80% СП «Фикам» в России не разрешен для применения в борьбе с клопами из-за токсикологических характеристик.

Для мониторинга чувствительности постельных клопов в Австралии использовали популяцию из Сиднея и для сравнения – чувствительную расу «Монхайм» из Германии фирмы «Байер АГ» (культивируется с 1960 г.). Клопов охлаждали до обездвиживания и подвергали контакту с полосками из фильтровальной бумаги, обработанными с двух сторон 1 мкл раствора инсектицидов. Бендиокарб, ранее рекомендованный в Австралии для борьбы с постельными клопами, был активен против клопов чувствительной расы «Монхайм», но не действовал на популяцию из Сиднея (ПР = 240). При использовании пиретроидов (перметрин и дельтаметрин) в максимальной концентрации 0,001% (100 мкг/мкл) их эффективность не превышала 60%. При этом ПР к перметрину составлял $1,4 \times 10^7$, к дельтаметрину – 432042, бендиокарбу – 240. Резистентность к пиримифосметилу и имидаклоприду в Австралии не зарегистрирована – ПР составляли 2,8 и 2,7, соответственно [20-21]. Показатели ЛД₅₀ (мкг/мкл) инсектицидов для чувствительной расы «Монхайм» и резистентной популяции «Сидней» приведены в табл. 3.

В экспериментах, проведенных в Австралии с местными популяциями, как и в экспериментах, проведенных в НИИ дезинфектологии на популяциях, собранных в разных городах России и устойчивых к пиретроидам, не обнаружена резистентность клопов к имидаклоприду [3-4].

Таблица 3

Сравнительные данные по активности инсектицидов разных групп для чувствительных и резистентных постельных клопов [20–21]

Инсектицид	ЛД ₅₀ , мкг/мкл и доверительные пределы при P= 0,05	
	Популяция «Сидней»	Раса «Монхайм»
Пиримифосметил	0,2935 (0,2466-0,3494)	0,1063 (0,0863-0,1310)
Бендиокарб	6,5422 (0,6585-65,00)	0,0274 (0,02258-0,03330)
Перметрин	622,44 (51,68-7497,38)	0,0003486 (0,0005545)
Дельтаметрин	243,24 (26,65-2219,80)	0,0005630 (0,0004320-0,0007338)
Имидаклоприд	0,01536 (0,01240-0,1901)	0,005719 (0,004668-0,007007)

Проведен молекулярно-генетический анализ (ПЦР), связанный с резистентностью по *kdr*-фактору, образцов постельных клопов *C. lectularius*, которые были собраны из 24 районов этой страны, а образцов популяций *C. hemipterus* – из Австралии, Африки, Индии, Малайзии и Тайваня. Для сравнения использовали чувствительную расу *C. lectularius* «Монхайм» из Германии фирмы «Байер АГ» (культивируется с 1960 г.). Но отсутствовала для сравнения чувствительная раса *C. hemipterus*. 88% образцов имели гаплоидный тип В. Не выявлен тип D. В Аделаиде выявлена новая мутация 1936F [10].

Аналогичное повышение заселенности помещений постельными клопами отмечали и в Бразилии в окрестностях Сан-Паулу в период с 2004–2009 гг. и на Гавайях в 2007 г. [27].

В Колумбии увеличение численности клопов считают в последние годы потенциальной проблемой [31].

В Малайзии оценили токсичность нескольких инсектицидов для разных стадий развития двух природных популяций *C. hemipterus* из Малайзии и Сингапура. Лямбда-цигалотрин и фипронил использовали в дозе 10 мг/м², имидаклоприд – 5 мг/м², бифентрин и фенитроцион – 50 мг/м² и ДДТ – 500 мг/м² при нанесении на керамическую поверхность ацетоновых растворов. Учет вели через 72 ч. после обработки. По величинам СТ₅₀ инсектициды расположились в следующем порядке: в отношении личинок младших возрастов – лямбда-цигалотрин > бифентрин = имидаклоприд > фипронил > фенитроцион > ДДТ; в отношении личинок старшего возраста – лямбда-цигалотрин > бифентрин > фенитроцион > имидаклоприд > фипронил > ДДТ; в отношении имаго – лямбда-цигалотрин > имидаклоприд > бифентрин > фенитроцион > фипронил > ДДТ. Синергист ППБ повышал инсектицидность фипронила для насекомых в 4–14 раз [15].

В Таиланде были собраны популяции клопов из отелей известных турцентров. Во всех городах, кроме Чиангмая, обнаружены клопы *C. hemipterus*.

Использован метод ВОЗ контакта клопов с фильтровальной бумагой, импрегнированной растворами инсектицидов. Клопы не гибли при контакте с поверхностью, обработанной ДДТ, дилдрином, малатионом и фенитроционом, но погибали при контакте с поверхностью, обработанной имидаклопридом, фипронилом и хлорфенапиром. Клопы были резистентными к диазинону, пропоксуру, бенобукарбу, бифентрину, циперметрину, эсфенвалерату и этофенпроксу [36].

Представленный обзор по состоянию проблемы распространения постельных клопов в разных странах и увеличения их численности позволяет говорить о повышении эпидемиологической значимости этих насекомых. Такое мнение поддерживают И. Томас с соавторами [37], а также К. Уильямс и М. Уиллис [39].

В СССР, а затем и в России, численность клопов в разные годы колебалась. Наблюдения за численностью были начаты в Москве с середины 30-х гг. прошлого столетия. В 1950-60-е гг. в ряде населенных пунктов Советского Союза отмечали значительное распространение этих насекомых. По сообщениям В. А. Вильковича, в 1958 г. заселенность квартир клопами в некоторых районах Москвы достигала 50–70%. В период с 1960 по 1987 гг. объем дезинсекционных работ по борьбе с клопами резко снизился (почти в 40 раз), и к 1989 г. в Москве почти не осталось объектов, заселенных этими насекомыми. В России численность постельных клопов оставалась низкой до конца XX в., но в начале XXI в. наметилась тенденция к ее резкому увеличению. Так, с 1996 г. в дезинсекционные службы начали поступать заказы на проведение обработок против постельных клопов [1].

В настоящее время количество таких обращений значительно увеличилось. Для нашей страны опасность распространения постельных клопов и формирование популяций, резистентных к пиретроидам и фосфорорганическим инсектицидам, оказались реальными. Согласно данным, полученным в НИИ дезинфектологии [2–5], москов-

ские популяции клопов из общежитий и из двух клинических больниц, расположенных в разных районах столицы, высокорезистентны к пиретроидам (циперметрин, альфациперметрин, дельтаметрин, эфенвалерат): доля устойчивых особей составляла 80–100%. Доля особей, устойчивых к лямбда-цигалотрину и цифлутрину, составляла 40–100% и 30–100%, соответственно. Кроме того, изученные популяции были высокорезистентными к фосфорорганическим инсектицидам (малатион, фентион): доля устойчивых особей достигала 90–100%. Исключение составили хлорпирифос и хлорофос, доля устойчивых особей к которым колебалась от 20% до 92% и от 20% до 100%, соответственно. Высокая доля устойчивых особей (70–100%) выявлена также к карбаматам бендиокарбу и пропоксуру. Популяции из Москвы, устойчивые к пиретроидам, ФОС и карбаматам, в целом были чувствительными к неоникотиноидам (имidakлоприд, тиаметоксам, ацетамиприд и клотианидин).

Популяции с двух объектов г. Астрахани различались по уровню резистентности: популяция с объекта № 1 была резистентной к малатиону, циперметрину, эфенвалерату, дельтаметрину, но чувствительной к фентиону, хлорпирифосу, альфациперметрину и тиаметоксаму; популяция с объекта №2 была чувствительной к малатиону, фентиону, хлорпирифосу, циперметрину, эфенвалерату и тиаметоксаму, но устойчивой к дельтаметрину и альфациперметрину.

Популяции постельных клопов из студенческих общежитий г. Смоленска были высокорезистентными к лямбда-цигалотрину, устойчивыми к дельтаметрину и циперметрину, но чувствительными к хлорофосу и неоникотиноидам [2–5].

Таким образом, проблема увеличения численности постельных клопов как во всем мире, так и в нашей стране в связи, в том числе, и с формированием мультирезистентных популяций, ставит вопрос о необходимости проведения мониторинга с целью выявления резистентных популяций в городах России, об изучении их кросс- и мультирезистентности к инсектицидам с целью поиска компонентов для разработки рецептур инсектицидных средств, эффективных для борьбы с резистентными популяциями постельных клопов, и технологий их применений.

Список использованной литературы References

1. Богданова Е. Н., Рославцева С. А., Слободин А. З. Постельные клопы (Hemiptera: Cimicidae). Современная ситуация в Российской Федерации и дезинсекционные мероприятия

против них // Деэ. дело. – 2005. – № 4. – С. 55-59 / Bogdanova E. N., Roslavceva S. A., Slobodin A. Z. Postel'nye klopy (Hemiptera: Cimicidae). Sovremennaja situacija v Rossijskoj Federacii i dezinsekcionnye meropri-jatija protiv nih // Dez. delo. – 2005. – № 4. – S. 55-59.

2. Рославцева С. А. Увеличение численности клопов – мировая проблема // Пестменеджмент. – 2010. – № 1. – С. 10-13 / Roslavceva S. A. Uvelichenie chislennosti klopov – mirovaja problema // Pestmenedzhment. – 2010. – № 1. – S. 10-13.

3. Рославцева С. А., Алексеев М. А., Еремина О. Ю. Постельные клопы: эпидемиологическое значение и меры борьбы с ними // Мед. алфавит. Сер.: Эпидемиология и санитария. – 2012. – №1. – С. 41-49 / Roslavceva S. A., Alekseev M. A., Eremina O. Ju. Postel'nye klopy: jepidemiolo-gicheskoe znachenie i mery bor'by s nimi // Med. alfavit. Ser.: Jepidemiologija i sanitarija. – 2012. – № 1. – S. 41-49.

4. Рославцева С. А., Алексеев М. А., Полупанов Д. А. К вопросу о резистентности постельных клопов в России // Управление численностью проблемных биологических видов: Мат-лы 1-й Евразийской науч. практич. конф. по пестменеджменту (Россия, Москва, 9–11 сентября 2013 г.). – М.: НЧНОУ «Институт пестменеджмента», 2013. – С. 154-157 (на русском языке), 321-324 (на английском языке) / Roslavceva S. A., Alekseev M. A., Polupanov D. A. K voprosu o rezistentnosti postel'nyh klopov v Rossii // Upravlenie chislennost'ju problemnyh biologicheskix vidov: Mat-ly 1-j Evrazijskoj nauch.-praktich. konf. po pestmenedzhmentu (Rossija, Moskva, 9–11 sentjabrja 2013 g.). – М.: NChNOU «Institut pestmenedzhmenta», 2013. – S. 154-157 (na russkom jazyke), 321-324 (na anglijskom jazyke).

5. Рославцева С. А., Алексеев М. А. Мультирезистентность к инсектицидам в популяциях постельных клопов России // Вклад государственных участников Содружества Независимых Государств в обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения в современных условиях: Мат-лы XII Межгосударственной науч.-практич. конф. (25–26 ноября 2014 г., Саратов) / под ред. А. Ю. Поповой и В. В. Кутырева. – М.: ООО «Ваш полиграфический партнер», 2014. – С. 165-166 / Roslavceva S. A., Alekseev M. A. Mul'tirezistentnost' k insekticidam v populjacijah postel'nyh klopov Rossii // Vklad gosudarstv-uchastnikov Sodruzhestva Nezavisimyh Gosudarstv v obespechenie sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v sovremennyh uslovijah: Mat-ly XII Mezhhgosudarstvennoj nauch.-praktich. konf. (25–26 nojabrja 2014 g., Saratov) / pod red.

A. Ju. Popovoj i V. V. Kutyreva. – M.: OOO «Vash poligraficheskij partner», 2014. – S. 165-166.

6. Adelman Z. N., Kilcullen K. A., Koganemaru R. Deep sequencing of pyrethroid-resistant bed bug reveals multiple mechanisms of resistance within a single population//PLoS One [Electronic resource]. – 2011. – Vol. 6, №10. – e26228. – Mode of access: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3198472/pdf/pone.0026228.pdf.

7. Anonymous. Acute illnesses associated with insecticides used to control bed bugs – seven states, 2003-2010//MMWR Weekly. – 2011. – Vol. 60, №37. – P. 1269-1274.

8. Boase C. Bedbugs – back from the brink//Pestic. Outlook. – 2001. – Vol. 12, №4. – P. 159-162.

9. Boase C. Bed bugs (Hemiptera: Cimicidae): an evidencebased analysis of the current situation//Proc. 6th Intern. Conf. on Urban Pests, Budapest, July 13–16, 2008/Ed. by W. H. Robinson and D. Bajomi. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2008. – P. 7-14.

10. Dang K., Toi C. S., Lilly D. G. et al. Detection of knockdown resistance (KDR) in *Cimex lectularius* and *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae)//Proc. 8th Intern. Conf. on Urban Pests, Zürich (Switzerland), July 20–23, 2014/Ed. by G. Müller, R. Pospischil and W. H. Robinson. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2014. – P. 113-118.

11. Doggett S. L., Russell R. C. The resurgence of bed bugs, *Cimex* spp. (Hemiptera: Cimicidae) in Australia//Proc. 6th Intern. Conf. on Urban Pests, Budapest, July 13–16, 2008/Ed. by W. H. Robinson and D. Bajomi. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2008. – P. 407-425.

12. Fuentes M. V., Sainz-Elise S., Sáez-Durán S., Galán-Puchades M. T. Bedbug infestations acquired whilst travelling in the European Union//Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol. – 2010. – Vol. 69, №2. – P. 204-209.

13. Gordon J. R., Goodman M. H., Potter M. F., Haynes K. F. Population variation in and selection for resistance to pyrethroid-neonicotinoid insecticides in the bed bug//Sci. Reports [Electronic resource]. – 2014. – Vol. 4, Article №3836. – Mode of access: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3899600/pdf/srep03836.pdf.

14. Hartnack H. Unbidden house guests. – Tacoma, Washington: Hartnack Publ., 1943. – Цит. по: Ter Poorten M. C., Prose N. S. The return of the common bedbug//Pediatr. Dermatol. – 2005. – Vol. 22, №3. – P. 183-187.

15. How Y.-F., Lee C.-Y. Surface contact toxicity and synergism of several insecticides against different stages of the tropical bed bug, *Cimex*

hemipterus (Hemiptera: Cimicidae)//Pest Manag. Sci. – 2011. – Vol. 67, №6. – P. 734-740.

16. Kemper H. Die Bettwanze und ihre Bekämpfung//Z. Kleintierk. Pelztierk. – 1936. – №12. – S. 1-107.

17. Kilpinen O., Kristensen M. Resistance difference between chlorpyrifos and synthetic pyrethroides in *Cimex lectularius* population from Denmark//Parasitol Pest. 2011. Vol. 109. №5. P. 1461-1464

18. Kilpinen O., Jensen K.-M.V., Kristensen M. Bed bug problems in Denmark, with a European perspective//Proc. 6th Intern. Conf. on Urban Pests, Budapest, July 13–16, 2008/Ed. by W. H. Robinson and D. Bajomi. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2008. – P. 395-399.

19. Lilly D., Doggett S., Orton C., Russell R. Bed bug product efficacy under the spotlight. Part 1//Professional Pest Manager. – 2009. – Vol. 13, №2. – P. 14, 19-20.

20. Lilly D. G., Doggett S. L., Zalucki M. P. et al. Bed bugs that bite back: confirmation of insecticide resistance in Australia in the common bed bug, *Cimex lectularius*//Professional Pest Manager. – 2009. – Vol. 13, №5. – P. 22-24.

21. Lilly D. G., Zalucki M. P., Orton C. J. et al. Insecticide resistance in *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae) in Australia//Proc. 8th Intern. Conf. on Urban Pests, Zürich (Switzerland), July 20–23, 2014/Ed. by G. Müller, R. Pospischil and W. H. Robinson. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2014. – P. 103-111.

22. Moore D. J., Miller D. M. Field evaluations of insecticide treatment regimens for control of the common bed bug, *Cimex lectularius* (L.)//Pest Manag. Sci. – 2009. – Vol. 65, №3. – P. 332-338.

23. Mueller G., Luescher I. L., Schmidt M. Temporal changes in the incidence of household arthropod pests in Zurich, Switzerland//Proc. 6th Intern. Conf. on Urban Pests, Budapest, July 13–16, 2008/Ed. by W. H. Robinson and D. Bajomi. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2008. – P. 15-21.

24. Mueller G., Luescher I. L., Schmidt M. New data on the incidence of household arthropod pests and new invasive pests in Zurich (Switzerland)//Proc. 7th Intern. Conf. on Urban Pests, Ouro Preto, Brazil, 7–10 August, 2011/Ed. by W. H. Robinson and A. E. de Carvalho Campos. – São Paulo, SP, Brazil: Instituto Biológico, 2011. – P. 99-104.

25. Mumcuoglu K. Y. A case of imported bedbug (*Cimex lectularius*) infestation in Israel//Isr. Med. Assoc. J. – 2008. – Vol. 10, №5. – P. 388-389.

26. Mumcuoglu K. Y., Shalom U. Questionnaire survey of common bedbug (*Cimex lectularius*)

infestations in Israel//Isr. J. Entomol. – 2010. – Vol. 40. – P. 1-10.

27. Nascimento L. G. G., Marques T. C., Barata J. M. S. Bed bug (Heteroptera, Cimicidae) infestations in the metropolitan region of São Paulo, Brazil//Proc. 7th Intern. Conf. on Urban Pests, Ouro Preto, Brazil, 7–10 August, 2011/Ed. by W. H. Robinson and A. E. de Carvalho Campos. – São Paulo, SP, Brazil: Instituto Biológico, 2011. – P. 311-314.

28. Papp G., Madaczki L., Bajomi D. Occurrence of bed bugs in Budapest, Hungary//Proc. 8th Intern. Conf. on Urban Pests, Zürich (Switzerland), July 20–23, 2014/Ed. by G. Müller, R. Pospischil and W. H. Robinson. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2014. – P. 81-88.

29. Paul J., Bates J. Is infestation with the common bedbug increasing?//Brit. Med. J. – 2000. – V. 320, № 7242. – P. 1141

30. Pinto L. Bed bugs...they're back//Pest Control. – 1999. – Vol. 67. – P. 10-12.

31. Posso C. E., Wolff M. I., de Ulloa P. C. The bed bugs *Cimex lectularius*: urban problem in the Andean region of Colombia//Proc. 7th Intern. Conf. on Urban Pests, Ouro Preto, Brazil, 7–10 August, 2011/Ed. by W. H. Robinson and A. E. de Carvalho Campos. – São Paulo, SP, Brazil: Instituto Biológico, 2011. – P. 371.

32. Potter M. F., Rosenberg B., Henriksen M. Bugs without borders: defining the global bed bug resurgence//PestWorld. – 2010. – Sept/Oct. – P. 8-20.

33. Potter M. F., Haynes K. F., Fredericks J., Henriksen M. Bed bug nation: are we making any progress?//Pest World. – 2013. – Sept/Oct. – P. 4-11.

34. Potter M. F., Haynes K. F. Bed bug nation: is the United States making any progress?//Proc. 8th Intern. Conf. on Urban Pests, Zürich (Switzerland), July 20–23, 2014/Ed. by G. Müller, R. Pospischil and W. H. Robinson. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2014. – P. 51-58.

35. Romero A., Potter M. F., Potter D. A., Haynes K. F. Insecticide resistance in the bedbug: a factor in the pest's sudden resurgence?//J. Med. Entomol. – 2007. – Vol. 44, №2. – P. 175-178.

36. Tawatsin A., Thavara U., Chomposri J. et al. Insecticide resistance in bedbugs in Thailand and laboratory evaluation of insecticides for the control of *Cimex hemipterus* and *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae)//J. Med. Entomol. – 2011. – Vol. 48, № 5. – P. 1023-1030.

37. Thomas I., Kihiczak G. G., Schwartz R. A. Bedbug bites: a review//Int. J. Dermatol. – 2004. – Vol. 43, №6. – P. 430-433.

38. Vander Pan A., Kuhn C., Schmolz E. et al. Studies on pyrethroid resistance in *Cimex lectularius*

(Hemiptera: Cimicidae), in Berlin, Germany//Proc. 8th Intern. Conf. on Urban Pests, Zürich (Switzerland), July 20–23, 2014/Ed. by G. Müller, R. Pospischil and W. H. Robinson. – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2014. – P. 89-95.

39. Williams K., Willis M. S. Bedbugs in the 21st century: The reemergence of an old foe//Lab. Med. – 2012. – Vol. 43, №5. – P. 141-148.

Resistance to insecticides in bed bug populations from different countries in 2001–2014

Roslavtseva S.A.¹, Alekseev M.A.¹, Krivonos K.S.^{1,2},
¹ Scientific Research Institute of Disinfectology,
117246, Moscow, Nauchny proezd,

² K.I. Scriabin Moscow State Academy of Veterinary
Medicine and Biotechnology,
109472, Moscow, Scriabin str., 23

The data on the distribution and insecticide resistance of bed bugs *Cimex lectularius* L. populations in different countries (United Kingdom, Scandinavia, Germany, Switzerland, Hungary, Spain, the USA, Australia and Russia) are cited in this paper. These insects is found to be highly resistant to pyrethroids, particularly deltamethrin, cypermethrin and their analogues, a lesser extent – to organophosphorus and carbamate insecticides and they are sensitive to neonicotinoids.

Keywords: bed bug, resistance, insecticides, pyrethroids, organophosphorous compounds, carbamates, neonicotinoids.