

Комары – переносчики возбудителя лихорадки Зика и их резистентность к инсектицидам

Шестопалов Н. В., Рославцева С. А., Олехнович Е. И., Алексеев М. А.,
ФБУН НИИДезинфектологии Роспотребнадзора, 117246, г. Москва, Научный проезд, д. 18

В связи с тем, что в России неизвестен уровень чувствительности к инсектицидам комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* и *Aedes (Stegomyia) albopictus*, завезенных в начале XXI века на Черноморское побережье Кавказа, нами были определены диагностические концентрации 9 инсектицидов из разных групп химических соединений для личинок лабораторной чувствительной расы *Ae. aegypti*, одного из переносчиков возбудителей лихорадок Зика, желтой, Денге и других с целью получения базовых показателей для быстрого тестирования на наличие резистентных к инсектицидам особей в природных популяциях.

Ключевые слова: вирус Зика, кровососущие комары, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, ларвициды, резистентность к инсектицидам.

Лихорадка Зика – острая трансмиссивная инфекционная болезнь, характеризующаяся повышением температуры, сыпью на теле, миалгией и артралгией, головными болями, ретроорбитальными болями, негнойным конъюнктивитом. Имеется информация о неврологических расстройствах (синдром Гийена-Барре) и врожденных аномалиях развития нервной системы (микроцефалия), связанных с лихорадкой Зика [31]. Появившаяся в Интернете информация о возможной связи микроцефалии и инсектицида пирипроксифена [20], была впоследствии опровергнута специалистами ВОЗ [5].

Обстоятельные обзоры по истории возникновения болезни Зика, ее эпидемиологии, клинических симптомах проявления болезни и распространения по разным странам появились в начале 2016 г. [39, 40].

Возбудитель лихорадки Зика (Zika) – РНК-содержащий вирус из семейства флавивирусов (Flaviviridae), рода *Flavivirus*. К этому же семейству относятся вирусы желтой лихорадки, Западного Нила, денге, клещевого энцефалита. Вирус Зика относят к биологическим агентам II группы патогенности (опасности) [24].

Основной путь передачи вируса Зика – трансмиссивный, переносчиками являются комары вида *Aedes aegypti* (L.), реже *Aedes albopictus* (Skuse), и другие комары рода *Aedes*. У заболевшего человека вирус обнаруживается в крови, слюне, моче, тканях. Также вирус преодолевает плацентарный барьер. Имеются сведения о возможности передачи вируса половым путем [3]. Сведения о контактно-бытовом и воздушно-капельном путях передачи инфекции в настоящее время отсутствуют.

Циркуляция вируса в организме начинается в инкубационный период, длительность которого

составляет до 10 дней, и продолжается до 10 дней после выздоровления.

При этом *Ae. aegypti* является переносчиком вируса Зика в условиях города и легко может транспортироваться самолетами. В связи с этим имеются указания ВОЗ о необходимости обработки самолетов, в том числе в присутствии пассажиров, средствами на основе d-фенотрина (сумитрина) [46].

В апреле 1947 г. в Уганде на территории леса Зика у макаки-резус была выявлена болезнь, очень похожая по симптомам на желтую лихорадку. Возбудитель этой болезни – вирус Зика (ZIKA), который получил название по имени леса, в котором был обнаружен [25, 29]. В начале 1948 г. этот вирус был выделен из комаров *Aedes africanus*, отловленных там же [25, 29], в 1952 г. этот вирус был впервые найден у людей в Уганде и Танзании [26], а затем в Нигерии [34]. В 1956 г. в лабораторных условиях вирус Зика был выделен из комаров *Ae. aegypti*, питавшихся на мышах и обезьянах. В 1969 г. было сообщено об обнаружении вируса Зика в комарах *Ae. aegypti* из Малайзии [36].

В 1968 г. и 1971–1975 гг. в Нигерии вирус Зика был изолирован от людей [29]. В период 1951–1981 гг. поступала информация об единичных случаях выделения вируса Зика в ряде африканских стран (Уганда, Танзания, Египет и др.) и некоторых азиатских странах (Индия, Малайзия, Филиппины, Таиланд, Вьетнам) [3].

Первая информация о вспышках лихорадки Зика касалась территорий, расположенных в западной части Тихого океана (остров Яп (Микронезия) – 2007 г., Французская Полинезия – 2013–2014 гг., Новая Каледония – 2014 г.) [31]. В 2015 г. вирус выявили в Южной Америке [30], в том числе в Бразилии [45]. Менее чем за год, к декабрю 2015 г., количество заболевших лихо-

радкой Зика в Бразилии увеличилось с 440 тыс. до 1,3 млн человек [37].

Впоследствии случаи инфицирования вирусом Зика были зарегистрированы почти в 50 странах Североамериканского, Южноамериканского и Азиатско-Тихоокеанского региона [3, 14]. В Европе, Канаде, Японии, Китае и Австралии отмечены только завозные случаи лихорадки Зика [24].

Первый подтвержденный случай лихорадки Зика в России был зарегистрирован у 36-летней женщины, побывавшей в Доминиканской Республике в январе – феврале 2016 г. и отмечавшей укусы комарами [7].

Опасна ли лихорадка Зика для нашей страны?

По мнению В. Н. Беклемишева [15], в 40-х годах XX века фауна комаров рода *Aedes* была представлена семью видами: в том числе *Ae. aegypti*. Комары *Ae. albopictus* (Skuse) в те годы в СССР отсутствовали. В европейских странах в последние годы отмечают рост заболеваний лихорадками Денге и Чикунгунья, что связывают с потеплением, увеличением численности комаров *Ae. aegypti* и появлением на континенте *Ae. albopictus* [23, 27, 29, 32, 38, 41, 44], а также с активизацией туризма в эндемичные по этой болезни страны. Вопросы, связанные с распространением этих комаров в Европе и Ливане, рассмотрены в ряде обзоров [9-12, 22, 28].

На территории бывшего Советского Союза комары *Ae. aegypti* были впервые обнаружены в Батуми как завозной вид еще в 1911 г., и их высокая численность регистрировалась на Черноморском побережье СССР в 1920–1930-е гг. [13]. Б. Л. Черкасский [16] также указывал на то, что комары *Ae. aegypti* обнаруживались на Кавказском побережье Черного моря от Сухуми до Батуми. С 50-х гг. XX века этих комаров на территории СССР, а в дальнейшем и на территории России не выявляли [13]. В августе – сентябре 2001–2005 гг. в Центральном районе г. Сочи были найдены немногочисленные самки комаров *Ae. aegypti* [17]. В 2007 г. наличие этого вида комаров на территории Большого Сочи было подтверждено. Кроме того, комары этого вида были обнаружены в городах Абхазии (Гудаута и Сухуми) [17]. В России до 2011 г. комары *Ae. albopictus* не обнаруживались, однако в районе Большого Сочи (пос. Хоста) в июле 2011 г. были выловлены 16 самок этого вида. Принадлежность отловленных самок к виду *Ae. albopictus* была подтверждена методом ПЦР [2]. В 2013 г. в центральном районе Сочи (микрорайон Мамайка) в 100 м и 400 м от берега моря были обнаружены единичные самки, личинки и куколки этого вида комаров [1].

В настоящее время на территории Российской Федерации комары *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*

встречаются на Черноморском побережье Краснодарского края – от границы с Республикой Абхазия до пос. Джубга, а вглубь побережья комары *Ae. albopictus* продвинулись на 44 км и распространились до высот 600 м (Красная Поляна). На Черноморском побережье, как и в других местах завоза, они чрезвычайно синантропны и приурочены в основном к населенным пунктам городского типа, и на всех фазах жизненного цикла связаны с жилищем человека и его ближайшим окружением.

Появление их на Черноморском побережье Кавказа (Краснодарский край и Республика Абхазия) с учетом климатических оптимумов существования видов и климатических характеристик регионов России позволило прогнозировать возможность укоренения *Ae. aegypti* до широт Краснодара и на всей территории Крыма, а *Ae. albopictus* способен продвинуться севернее и заселить также участки каспийского побережья в Дагестане [6].

Поскольку завоз этих видов комаров, вероятно, происходил из мест с их высокой численностью, где они неоднократно подвергались обработкам инсектицидами, можно предположить, что чувствительность их к инсектицидам может быть снижена. Для установления этого факта необходимо проведение мониторинга чувствительности к ларвицидам и имагоцидам на территории нашей страны.

Для подготовки тестирования чувствительности личинок популяции *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* на Черноморском побережье Кавказа в районе Большого Сочи нами был проведен анализ литературных данных по чувствительности личинок этих комаров из Сингапура [33], Таиланда [42], Пакистана [21] и Бразилии [19] к ряду инсектицидов. Наибольшее количество данных имеется по темфосу и о резистентности к нему в разных странах. Так, в Пакистане личинки комаров *Ae. aegypti* из трех мест были толерантными (8-9Ж) к темфосу [21]. В Бразилии в 2011–2012 гг. комары этого же вида были слаботолерантными к этому инсектициду [19].

Данные по характеристикам чувствительных рас были сопоставлены с данными, имеющимися в материалах ВОЗ [8], и данными, полученными нами в экспериментах с использованием чувствительной расы комаров *Ae. aegypti*, культивируемой в ФБУН НИИ Дезинфектологии, с целью получения диагностических концентраций. Эксперименты проводили методом, рекомендованным ВОЗ и описанным в МУ 3.5.2.2358-08 [4]. Указанные концентрации представлены в табл. 1.

Сравнение величин $СК_{50}$ (мг/л) и $СК_{99}$ (мг/л) для малатиона, темфоса и этофенпрокса, рассчи-

Таблица 1

Сравнительная ларвицидная активность ларвицидов для личинок некоторых чувствительных рас комаров *Ae. aegypti*

Инсектицид (группа)	Раса	СК ₅₀ , мг/л	СК ₉₉ , мг/л	Источник (согласно списку литературы)
Малатион	«Rockefeller» Бразилия	0,070 (0,050–0,008)	0,090 (0,085–0,0108)	35
	«Rockefeller» Таиланд	0,050 (0,043–0,058)	0,092 (0,074–0,140)	42
	WHO	–	0,0620	8
	СНИИД	0,0160 (0,014–0,0185)	0,0600	Собственные данные
Темефос (ФОС)	«Rockefeller» Таиланд	0,0054 (0,0048–0,0064)	0,0100 (0,0080–0,0200)	42
	«Rockefeller» Бразилия	0,0034 (0,0032–0,0036)	0,0063 (0,0059–0,0067)	19
	«Rockefeller» Бразилия	–	0,0050 (0,0047–0,0051)	35
	«Rockefeller» Колумбия	0,0027 (0,0020–0,0031)	0,0049 (0,0040–0,0052)	18
	«Boга-Boга» Сингапур	0,0073 (0,0070–0,0080)	0,0140 (0,0133–0,0156)	33
	Лабораторная раса (Пакистан)	0,0038 (0,0034–0,0042)	0,028 (0,023–0,035)	21
	WHO	–	0,0060	8
	СНИИД	0,0050 (0,0041–0,0059)	0,0100 (0,009–0,015)	Собственные данные
Этофенпрокс (пиретроид)	«Boга-Boга» Сингапур	0,0060 (0,0060–0,0060)	0,0140 (0,0130–0,0150)	33
	WHO	–	0,020	8
	СНИИД	0,0060 (0,0056–0,0062)	0,0250 (0,0220–0,0270)	Собственные данные
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>israelensis</i>	RecLab (Бразилия)	0,016 (0,012–0,020)	0,030 (0,026–0,039)	43
	СНИИД	0,024 (0,023–0,027)	0,045 (0,041–0,048)	Собственные данные

танных по данным наших экспериментов, с аналогичными величинами, полученными на других чувствительных расах – WHO (Всемирной организации здравоохранения), «Rockefeller» (США) и «Boга-Boга» (Таиланд), подтвердило, что раса СНИИД является чувствительной, и показатели чувствительности, полученные для этой расы, могут быть базовыми (табл. 1).

Кроме того, для личинок чувствительной расы СНИИД были получены диагностические концентрации ряда инсектицидов из разных групп химических веществ и микробиологических ларвицидов. Эти данные приведены в табл. 2.

Как следует из табл. 2, среди представленных инсектицидов наименьшей ларвицидной активностью обладает карбамат пропоксур. В свя-

зи с этим применять средства на его основе для борьбы с личинками комаров нецелесообразно.

Приведенные в табл. 2 данные следует использовать как для выбора наиболее эффективного инсектицида, так и для оценки эффективности применяемых средств.

Согласно материалам ВОЗ, с помощью диагностических концентраций в выборке насекомых из популяции устанавливается наличие резистентных особей и их доля (в %) по отношению к количеству особей всей выборки. Если эта доля колеблется в пределах 0–30%, то следующую обработку можно проводить тем же инсектицидом или другим инсектицидом из той же химической группы. Если доля резистентных особей более 30%, то необходимо использовать инсектицид с другим

Таблица 2

Характеристика ларвицидного действия разных групп инсектицидов на личинок комаров *Ae. aegypti* расы ШНИИД

Инсектицид	СК ₅₀ , мг/л	СК ₉₉ , мг/л	Диагностическая концентрация (ДК), мг/л
Пиретроиды			
Циперметрин	0,00018	0,006	0,012
Этофенпрокс	0,006	0,025	0,050
Фосфорорганические соединения			
Малатион	0,016	0,060	0,120
Хлорпирифос	0,0023	0,0082	0,0164
Темефос	0,0050	0,010	0,020
Производные карбаминной кислоты			
Пропоксур	0,9	1,6	3,2
Неоникотиноиды			
Имидаклоприд	0,025	0,079	0,158
Микробиологические препараты			
Бактицид	0,024	0,045	0,090
Ларвиоль-паста	0,0035	0,0067	0,0134

механизмом действия. Например, после использования фосфорорганических инсектицидов или пиретроидов целесообразно провести обработку микробиологическими ларвицидами на основе *Bacillus thuringiensis var. israelensis* («Бактицид» или «Ларвиоль-паста»).

Специалисты, вооруженные диагностическими концентрациями, смогут быстро выявить наличие и процентное соотношение особей, резистентных к любому из представленных в табл. 2 инсектициду, и выбрать оптимальную схему борьбы с популяциями комаров *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*.

Выводы

1. На территории Российской Федерации комары *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* обитают на Черноморском побережье Краснодарского края – от границы с Республикой Абхазия до пос. Джубга, а также продвинулись вглубь побережья на 44 километра (*Ae. albopictus*), включая высоты до 600 метров (Красная Поляна).

2. Изменение границы климатических оптимумов существования видов позволяет прогнозировать в ближайшие годы возможность укоренения *Ae. aegypti* до широты Краснодара и на всей территории Крыма, а *Ae. albopictus* – до каспийского побережья в Дагестане.

3. Показатели чувствительности комаров *Ae. aegypti* расы ШНИИД соответствуют величинам, полученным на других чувствительных расах, и могут быть приняты в качестве базовых.

4. Для личинок чувствительной расы ШНИИД получены диагностические концентрации ряда инсектицидов из разных групп химических веществ и микробиологических ларвицидов, что позволяет использовать эти данные как для выбора наиболее эффективного инсектицида, так и для оценки эффективности применяемых средств.

5. При достижении удельного веса резистентных особей 30% и более следует использовать инсектицид с другим механизмом действия.

Список использованной литературы References

1. Безжонова О. В., Патраман И. В., Ганушкина Л. А. и др. Первая находка инвазивного вида *Aedes (Finlaya) koreicus* (Edwards, 1917) в Европейской части России // Мед. паразитол. – 2014. – №1. – С. 16–19.

2. Ганушкина Л. А., Таныгина Е. Ю., Безжонова О. В., Сергиев В. П. Об обнаружении комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse на территории Российской Федерации // Мед. паразитол. – 2012. – №1. – С. 3–4.

3. О мерах по недопущению распространения на территории Российской Федерации лихорадки Зика: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 10 февраля 2016 г. №14 [Электронный документ]. – Режим доступа: www.docs.cntd.ru/document/420336094 (дата обращения – 8.04.2016 г.).

4. Определение уровня чувствительности синантропных насекомых к инсектицидам. Методические указания. МУ 3.5.2.2358-08 (введены в действие с 1 августа 2008 г.). – М.: Фед. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.

5. Опровержение слухов относительно вируса Зика и микроцефалии (11 марта 2016 г.) [Электронный документ]. – Режим доступа: <http://who.int/emergencies/zika-virus/articles/rumours/ru/> (дата обращения – 18.04.2016 г.).

6. Организация и проведение мероприятий по энтомологическому мониторингу и регуляции численности кровососущих комаров *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus*: Методические рекомендации. МР 3.5.2.0110-16 (введены в действие с 9 марта 2016 г.). – М.: Фед. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016. – Изд. официальное. – 42 с.

7. Покровский В. И., Малеев В. В., Краснова С. В. и др. Первый случай лихорадки Зика в России // Инфекц. болезни. – 2016. – Т. 14, №1. – С. 90–95.

8. Резистентность переносчиков и резервуаров инфекции к пестицидам. Десятый доклад Комитета экспертов ВОЗ по биологии переносчиков и борьбе с ними. – Сер. техн. докладов ВОЗ, №737. – Женева: ВОЗ, 1988. – 86 с.

9. Рославцева С. А. Роль кровососущих комаров в передаче возбудителей инфекционных заболеваний человека. Сообщение 1. Арбовирусы семейства *Flaviviridae* рода *Flavivirus* // Пест-менеджмент (РЭТ-инфо). – 2009. – №1–2(69–70). – С. 42–48.

10. Рославцева С. А. Роль кровососущих комаров в передаче возбудителей инфекционных заболеваний человека. Сообщение 2. Роль комаров в передаче возбудителей некоторых арбовирусных инфекций // Пест-менеджмент (РЭТ-инфо). – 2009. – №3(71). – С. 30–33.

11. Рославцева С. А. О распространении комаров *Stegomyia aegypti* (L.) и *Stegomyia albopictus* (Skuse) в Европе и России // Дез. дело. – 2012. – №4. – С. 41–45.

12. Рославцева С. А., Михина Н. Г. О резистентности к инсектицидам комаров *Stegomyia (Aedes) aegypti* L. и *Stegomyia (Aedes) albopictus* Skuse – переносчиков возбудителей арбовирусных лихорадок (обзор литературы) // Дез. дело. – 2016. – №1[95]. – С. 36–44.

13. Рябова Т. Е., Юничева Ю. В., Маркович Н. Я. и др. Обнаружение комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. в г. Сочи // Мед. паразитол. – 2005. – №3. – С. 3–5.

14. Страны, неблагополучные в отношении вируса Зика [Электронный документ]. – Режим доступа: www.rosotrebndzor.ru/about/

info/news_ti-me/news_details.php?ELEMENT_ID=5852 (дата обращения – 8.04.2016 г.).

15. Учебник медицинской энтомологии. Ч. 1. Медицинская энтомология с основами общей энтомологии и гидробиологии / под ред. В. Н. Беклемишева. – М.: Медгиз, 1949. – 492 с.

16. Черкасский Б. Л. Особо опасные инфекции: справочник. – М.: Медицина, 1996. – 160 с.

17. Юничева Ю. В., Рябова Т. Е., Маркович Н. Я. и др. Первые данные о наличии размножающейся популяции комаров *Aedes aegypti* L. в районе Большого Сочи и в отдельных городах Абхазии // Мед. паразитол. – 2008. – №3. – С. 40–43.

18. Aguirre-Obando O. A., Bona A. C. D., Duque J. E., Navarro-Silva M. A. Insecticide resistance and genetic variability in natural populations of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) from Colombia // ZOOLOGIA. – 2015. – Vol. 32, №1. – P. 14–22.

19. Aguirre-Obando O. A., Pietrobon A. J., Bona A. C. D., Navarro-Silva M. A. Contrasting pattern of insecticide resistance and knockdown resistance (kdr) in *Aedes aegypti* populations from Jacarezinho (Brazil) after a Dengue outbreak // Entomologia. – 2016. – №1. – P. 94–100.

20. Argentine and Brazilian doctors name larvicide as potential cause of microcephaly [Electronic document]. Published: 10 February 2016. – Mode of access: www.gmwatch.org/news/latest-news/16706 (дата обращения – 8.04.2016 г.).

21. Arslan A., Mukhtar M. U., Mushtaq S. al. Comparison of susceptibility status of laboratory and field populations *Aedes aegypti* against temephos in Rawalpindi // J. Entomol. Zool. – 2015. – Vol. 3, №4. – P. 374–378.

22. Ciocchetta S., Martini S., Drago A. et al. Status of Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) population in areas of north eastern Italy recently colonized // 6th European Mosquito Control Association Workshop: Conference programme and Abstract book, Budapest, Hungary, 12–15 September, 2011. – S.l., s.a. – O22. – P. 49.

23. Ciufolini M. G., Nicoletti L. La dengue: un problema sanitario emergente [Dengue: an emerging health problem] // G. Ital. Med. Trop. – 1997. – Vol. 2, №1–4. – P. 1–8. – In Italian, English abstract.

24. Communicable disease threats report, 21–27 February 2016, week 8 [Electronic document]. – Mode of access: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/communicable-disease-threats-report--27-feb-2016.pdf>.

25. Dick G. W. A., Kitchen S. F., Hadow A. J. Zika virus (I). Isolations and serological specificity // Trans R. Soc. Trop. Med. Hyg. – 1952. – Vol. 46, Iss. 5. – P. 509–520.

- 26. Dick G. W. A.** Zika virus (II). Pathogenicity and physical properties // *Trans R. Soc. Trop. Med. Hyg.* – 1952. – Vol. 46, Iss. 5. – P. 521–534.
- 27. Flacio E., Lüthy P., Patocchi N. et al.** Primo ritrovamento di *Aedes albopictus* in Svizzera // *Boll. Soc. Tic. Sci. Nat. (STSN)*. – 2004. – Vol. 92. – P. 141–142. – In Italian, English abstract.
- 28. Haddad N., Mousson L., Vazeille M. et al.** Vector potential of *Aedes albopictus* in Lebanon // 6th European Mosquito Control Association Workshop: Conference programme and Abstract book, Budapest, Hungary, 12–15 September, 2011. – S.l., s.a. – O30. – P. 57.
- 29. Hayes E. B.** Zika virus outside Africa // *Emerg. Infect. Dis.* – 2009. – Vol. 15, №9. – P. 1347–1350.
- 30. Hennessey M., Fischer M., Staples J. E.** Zika virus spreads to new areas – region of the Americas, May 2015 – January 2016 // *MMWR Morb. Mortal Wkly. Rep.* – 2016. – Vol. 65, №3. – P. 55–58.
- 31. Ios S., Mallet H.-P., Leparc Goffart I. et al.** Current Zika virus epidemiology and recent epidemics // *Med. Mal. Infect.* – 2014. – Vol. 44, №7. – P. 302–307.
- 32. Kalan K., Krek M., Zagoršek T. et al.** Monitoring of *Aedes albopictus* in Slovenia // 6th European Mosquito Control Association Workshop: Conference programme and Abstract book, Budapest, Hungary, 12–15 September, 2011. – S.l., s.a. – O23. – P. 50.
- 33. Koou S.-Y., Chong C.-S., Vythilingam I. et al.** Pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* larvae (Diptera: Culicidae) from Singapore // *J. Med. Entomol.* – 2014. – Vol. 51, №1. – P. 170–181.
- 34. Macnamara F. N.** Zika virus: a report on three cases of human infection during an epidemic of jaundice in Nigeria // *Trans R. Soc. Trop. Med. Hyg.* – 1954. – Vol. 48, Iss. 2. – P. 139–145.
- 35. Macoris M. L. G., Andrighetti M. T. M., Nalon K. C. R. et al.** Standardization of bioassays for monitoring resistance to insecticides in *Aedes aegypti* // *Dengue Bull.* – 2005. – Vol. 29. – P. 176–182.
- 36. Marchette N. J., Garcia R., Rudnick A.** Isolation of Zika virus from *Aedes aegypti* mosquitoes in Malaysia // *Am. J. Trop. Ved. Hyg.* – 1969. – Vol. 18, №3. – P. 411–415.
- 37. Mlakar J., Korva M., Tul N. et al.** Zika virus associated with microcephaly // *N. Engl. J. Med.* – 2016. – Vol. 374, №10. – P. 951–958.
- 38. Müller P., Engeler L., Flacio E. et al.** Surveillance and control of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Switzerland // G. Müller, R. Pospischil, W.H. Robinson (eds.). *Proceedings of the Eighth International Conference on Urban Pests, Zürich (Switzerland), July 20-23, 2014.* – Veszprém, Hungary: OOK-Press Kft., 2014. – P. 131–134.
- 39. Musso D., Gubler D. J.** Zika virus // *Clin. Microbiol. Rev.* – 2016. – Vol. 29, №3. – P. 487–524.
- 40. Paixão E. S., Barreto F., Teixeira M. G. et al.** History, epidemiology, and clinical manifestations of Zika: a systematic review // *Am. J. Public Health.* – 2016. – Vol. 106, №4. – P. 606–612.
- 41. Perrin Y., Foussadier R., Planchenault M. et al.** Situation of the tiger mosquito *Aedes albopictus* in metropolitan France // 6th European Mosquito Control Association Workshop: Conference programme and Abstract book, Budapest, Hungary, 12–15 September, 2011. – S.l., s.a. – P. 28. – P. 108.
- 42. Ponlawat A., Scott J. G., Harrington L. C.** Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* across Thailand // *J. Med. Entomol.* – 2005. – Vol. 42, №5. – P. 821–825.
- 43. Rocha P. D. R., Paiva M. H. S., Silva N. M. et al.** Susceptibility profile of *Aedes aegypti* from Santiago Island, Cabo Verde, to insecticides // *Acta Tropica.* – 2015. – Vol. 152. – P. 66–73.
- 44. Werner D., Kronefeld M., Schaffner F., Kampen H.** Two invasive mosquito species, *Aedes albopictus* and *Aedes japonicus japonicus*, trapped in south-west Germany, July to August 2011 // *Euro Surveill.* – 2012. – Vol. 17, №4. – P. 20067.
- 45. Zanluca C., Melo V. C. A., Mosimann A. L. P. et al.** First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brasil // *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* – 2015. – Vol. 110, №4. – P. 569–572.
- 46. Zika virus:** Aircraft disinsection for mosquito control [Electronic document]. – Mode of access: www.who.int/ipcs/publications/ehc/ehc243.pdf (22 February 2016).

Mosquitoes as vectors of Zika virus and insecticide resistance

N. V. Shestopalov, S. A. Roslavitseva,
E. I. Olekhovich, M. A. Alekseev

Scientific Research Disinfectology Institute, Moscow

History of Zika virus detection and its spread to different countries, with the participation of mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* are described. These species, or missing or have not found in mosquito fauna of Russia, were imported to the Black Sea coast of the Caucasus in the first decade of the XXI century. Due to the fact that sensitivity of these mosquitoes in Russia to insecticides is unknown, we defined the diagnostic concentrations of nine insecticides from different chemical groups for larvae of laboratory susceptible *Ae. aegypti* strain in order to obtain baseline data for rapid testing on the presence of insecticide-resistant individuals in natural populations.

Key words: Zika virus, mosquitoes, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, larvicides.