

## Факторы, определяющие распространение и численность *Aedes aegypti* L и *Aedes albopictus* Skuse

Дремова В. П., профессор, Ганушкина Л. А., доктор биол. наук, ИМПитМ им. Е. И. Марциновского Первый МГМУ им. И. М. Сеченова, 119435, г. Москва, ул. М. Пироговская, 20

Комары *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus* имеют исключительно важное эпидемиологическое значение как переносчики арбовирусов геморрагических лихорадок – желтой, Денге, Чикунгунья и др. В статье представлено влияние основных факторов, обуславливающих численность, распространение и эпидемическую значимость видов в различных регионах. Возможность распространения видов и переносимых ими арбовирусов (транспортные связи, процессы урбанизации) определяют необходимость проведения энтомологического и эпидемиологического надзора на потенциально эпидемически опасных территориях.

Ключевые слова: комары *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, геморрагические лихорадки, изменение климата, социально-экономические факторы.

Комары *Aedes (Stegomyia) aegypti* L и *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse являются основными переносчиками арбовирусов лихорадок (Денге, желтой, Чикунгунья и др.).

Лихорадка Денге (ЛД) в настоящее время – одна из наиболее распространенных трансмиссивных болезней. За последние 30 лет вспышки

ЛД были более частыми и продолжительными в сравнении с другими заболеваниями. В настоящее время ЛД болеют несколько миллионов людей в разных регионах мира [2, 17].

Лихорадка Чикунгунья (ЛЧ). Начиная с 2005 года, кроме лихорадки Денге, на островах в юго-западной части Индийского океана, а также

в Индии регистрируют значительные вспышки лихорадки Чикунгунья. В эти же годы во многих европейских странах были зарегистрированы завозные случаи этой лихорадки среди туристов, вернувшихся домой после посещения эндемичных по ЛЧ территорий [14, 21]. Местная передача была впервые зарегистрирована в 2007 г. на северо-востоке Италии, в провинции Равена после приезда туриста, заболевшего здесь после посещения Индии. Заболели 197 человек, переносчиками оказались комары *Ae. albopictus* [13].

Желтая Лихорадка (ЖЛ) распространена, главным образом, в районах тропической Африки, Южной Америки, юго-восточной Азии. Однако миграция населения, завоз комаров, зараженных вирусом ЖЛ, из стран, эндемичных по этому заболеванию, может провоцировать возникновение ЖЛ на других территориях, где обнаружены *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*. Общие сведения о биологии и экологии представлены в ряде работ [3, 19].

На распространение и численность этих видов оказывает влияние комплекс взаимосвязанных факторов: климатических и социально-бытовых. Экологические изменения окружающей среды под воздействием антропогенного пресса также определяют распространение переносчиков.

В последние десятилетия проблема изменения климата находится в центре внимания ВОЗ, природоохранных организаций и многих исследователей в связи с воздействием этого фактора на различные аспекты жизненных циклов растений, животных и, в первую очередь, на здоровье людей [1, 12]. По материалам Watson R. et al. к 2010 году глобальная температура возрастет от 1,0 до 3,5°C. В Европе за последние 10 лет потепление составило 0,8°C [31]. Нулевая изотерма (0°C) в диапазоне широт 30°N-30°S сместилась на 150 км севернее. На территории бывшего СССР с 1966 по 1995 г. увеличение среднегодовой температуры составляло 0,3°C [11]. Под воздействием потепления климата в разных регионах Европы произошло смещение сроков вегетации растений, прилета бабочек и птиц, сократилась продолжительность развития отдельных стадий у некоторых сельскохозяйственных вредителей [5, 8].

Потепление климата создает условия для распространения инфекций и негативно сказывается на здоровье людей. Увеличивается количество кишечных заболеваний, лептоспироза (в результате интенсивного размножения патогенов и распространения их с паводками и ливнями, при аварии систем водоснабжения), респираторных заболеваний (загрязнение воздуха в результате пожаров, песчаных бурь и др.), увеличилось

количество отравлений при употреблении испорченной пищи [12]. Особенно серьезной является проблема возрастания числа трансмиссивных болезней, возбудителей которых переносят членистоногие (Arthropoda) [16]. Являясь пойкилотермными организмами, эта группа полностью зависит в своем существовании от температуры окружающей среды [27]. Передача многих трансмиссивных болезней находится в диапазоне температур от 14-25°C до 35-40°C. Основные переносчики возбудителей – комары р.р. *Anopheles*, *Culex*, а также *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus*, которые очень чувствительны к изменениям температуры как на преимагинальных стадиях, так и имаго. При повышении температуры (в пределах 20-32°C) сокращаются сроки развития преимагинальных стадий, что в последующем определяет количество генераций переносчика и длительность сезона эффективной передачи возбудителей; происходит более быстрое переваривание крови у самок, в связи с этим увеличивается их агрессивность и частота нападения на добычу [16, 20, 22, 27]. Повышение температуры, количества осадков увеличивают число потенциальных мест выплода, быстро развивающаяся растительность в водоемах и на берегах становится благоприятным биотопом для личинок и имаго.

Температура воздуха определяет цикл развития и размножения возбудителей в переносчиках. Установлены предельные сроки инкубационных периодов развития возбудителей (extrinsic incubation period, EIP). Так, например, нижний порог развития в комарах р. *Anopheles* возбудителя трехдневной малярии (*Plasmodium vivax*) – 16°C, тропической и четырехдневной (*P. falciparum* и *P. ovale*) – 18°C. Развитие и накопление вирусов Денге в *Ae. aegypti* и *Ae. albopictus* происходит при температуре не ниже 22°C, вируса желтой лихорадки – при температуре выше 18°C. Большая часть арбовирусов способна к размножению в организме членистоногих при температуре внешней среды  $\geq 16-18^\circ\text{C}$  [4].

Процесс изменения климата неоднозначен в разных регионах. В Европе наибольшее потепление и увлажнение происходит в северных регионах в весенние и зимние месяцы, в то время как на юге и востоке континента увеличиваются периоды засухи [16]. Потепление в зимний период может привести к увеличению численности некоторых перезимовывающих видов и продвижению их ареалов на север. В южных районах Западной Сибири в последние 2 десятилетия, в связи с потеплением в весенне-зимние месяцы на 4°C, произошло замещение популяций *An. beklemishevi* и *An. messeae* с северным кариотипом популяция-

ми *An. messeae* с южным кариотипом [7]. Отмечено продвижение на север в США и Канаде энцефалита Сен-Луи, восточного энцефаломиезита лошадей, арбовирусы которых передаются комарами; зарегистрировано увеличение случаев лихорадки Синдбис в Скандинавских странах [23, 30].

Комары *Ae. aegypti* в 15 веке с кораблями были завезены в страны Средиземноморья, позже они распространились в странах Карибского бассейна, в тропических и умеренных регионах Америки, на юге Азии. В 20-30-ых годах 20 века *Ae. aegypti* были обнаружены на Черноморском побережье Кавказа и в некоторых городах Закавказья [6, 9]. Широкомасштабные истребительные мероприятия, которые были направлены на предотвращение и ликвидацию эпидемий ЖЛ и ЛД снизили численность вида, в последние десятилетия *Ae. aegypti* не регистрировали в европейских странах. В 2004-2005 г. *Ae. aegypti* был выявлен на о. Мадейра (Португалия). В тропической Африке численность комаров высокая и в этом регионе продолжают заболевания ЖЛ. В 2001-2007 гг. *Ae. aegypti* был вновь обнаружен на Черноморском побережье России (Сочи, Туапсе) и в некоторых городах Абхазии [10].

*Ae. albopictus* из юго-восточной Азии и островов Океании за последние 20 лет широко распространился в странах Старого и Нового Света [18]. Этот вид является переносчиком 22 арбовирусов, среди которых вирусы ЛД, ЖЛ, Западного Нила, Чигунгунья и др. Распространению вида способствует его экологическая пластичность, а также наличие двух рас – в умеренном климате диапаузирующих популяций и в тропиках популяций, у которых диапауза отсутствует [19]. У диапаузирующих популяций зиму переживают яйца с полностью сформированной личинкой. На картах Европейского центра (2009) представлены модели существующего и потенциального распространения в Европе, составленные с использованием ГИС, с учетом климатических параметров регионов и экологии вида (15). Отмечено, что вид зарегистрирован в регионах, где количество годовых осадков составляет 450-800 мм, средняя температура января – от -3°C до 0°C, летних месяцев – 15-20°C. Климатические условия многих европейских стран, особенно прибрежных регионов, благоприятны для распространения *Ae. albopictus*. Выплод личинок из перезимовавших яиц происходит при температуре 10-11°C и при увеличении продолжительности дня до 11-11,5 часов. На картах представлено распространение вида в Италии, Франции, Черногории, Монако, Сан-Марино, Испании, Албании, Хорватии, Словении, Боснии, в Ватикане. Единичные находки вида зарегистрированы

на юге Германии, Бельгии, Нидерландов. Авторы указывают, что из многих стран запрошенные материалы не поступали – в том числе из России, Белоруссии, Украины и др. Как потенциальные регионы распространения вида указаны прибрежные районы Турции, Болгарии, Черноморское побережье Кавказа. Анализ материалов показывает, что *Ae. albopictus* в основном распространен в тех регионах (США, Японии, Европы), где среднегодовая температура выше 11°C [15, 16, 24, 26, 28]. В Европе эти регионы находятся в пределах 45° с. ш. [15]. Экологическая пластичность и адаптивная возможность вида способствуют его продвижению на север. Учитываемая повышенную температуру в мегаполисах, как потенциальные места обнаружения вида указаны южные города Швеции, Балтики, Ирландии.

*Ae. aegypti* является синантропным видом, *Ae. albopictus* – полусинантропом. Вне населенных пунктов местами вылова комаров являются различные водоемы, образующиеся в период дождей, в населенных пунктах – любые емкости, заполненные водой, находящиеся как на территории домовладений, так и в помещениях. В связи с этим основное влияние на размножение и расселение видов оказывает микроклимат мест обитания комаров. Численность популяций, обитающих в природных стациях (natural population), зависит от параметров общего климата региона и количества осадков, численность популяций на территории населенных пунктов (predomestic and domestic population) определяется количеством мест вылова, созданных человеком. На территории населенных пунктов и в домовладениях местами вылова являются водоемы, емкости с запасами воды, тазы, кувшины и пр., на свалках – банки, бутылки, бытовая техника и автомобильные крышки, заполненные водой, в помещениях – поддоны под растениями, аквариумы, унитазы, сливы под умывальниками и ванными и др. Таким образом, количество мест вылова определяется социально-бытовыми факторами. В ряде регионов численность комаров в засушливые периоды увеличивается по мере увеличения запасов воды у населения. Разрабатывая биофизическую модель распространения *Ae. aegypti* в Австралии, авторы в первую очередь рассматривают влияние климатических факторов, однако считают, что в пределах региона при распространении комаров основное значение приобретают места вылова – запасы воды населением [20]. Самки откладывают яйца в любые емкости, заполненные водой, даже если глубина воды не превышает 2 см. По данным [25] очищение емкостей, заполненных водой каждые 7 дней, значительно сокращает численность

комаров. Имаго *Ae. aegypti* преимущественно концентрируются и нападают на людей в помещениях, имаго *Ae. albopictus* тяготеют к открытым территориям и концентрируются под навесами, в растительности, окружающей места выплода, где, в основном, происходит их нападение. Разлет имаго комаров происходит в радиусе 100-300 м от места выплода, однако имеются сведения о залете *Ae. albopictus* в поселки с расстояния в несколько километров.

Главные факторы, ухудшающие эпидобстановку в регионе, — социально-экономические. Быстрая урбанизация в недостаточно развитых экономически странах приводит к образованию населенных пунктов (городов) с неразвитой водопроводно-канализационной системой. В таких регионах чаще возникают эпидемии ЛД. Как отмечают эксперты ВОЗ, это делает почти невозможным успешно бороться с комарами [2].

Современный транспорт (воздушный, морской, железнодорожный) расширил ареал ряда инфекций, в том числе и трансмиссивных. Переносчики и возбудители теперь перемещаются быстрее, дальше и в значительном количестве, что потенциально может способствовать возникновению не только эпидемий, но и пандемий. Tatem A. et al. [29] представили дендрограммы взаимосвязи главных портов мира со сходными климатическими условиями, через которые на территорию разных стран могут проникать переносчики возбудителей болезней. Исходя из возможностей современного скоростного транспорта и процессов урбанизации, следует пересмотреть стратегию контроля и карантина болезней. В этих условиях важную роль приобретает эпидемиологический и энтомологический надзор (мониторинг), который определяет необходимость и объемы выполнения профилактических и истребительных мероприятий.

### Список использованной литературы

1. **Алексеев А. Н.** Возможные последствия вероятного глобального потепления климата для распространения кровососущих эктопаразитов и передаваемых ими патогенов //Мат. междунар. семинара «Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке». – М., 2004. – С. 67-79.
2. **Вирусные геморрагические лихорадки**//Док. комитета экспертов ВОЗ, серия тех. 721, ВОЗ, Женева, 1986.
3. **Ганушкина Л. А., Дремова В. П.** Комары *Aedes aegypti* L и *Aedes albopictus* Skuse (биология, экология, эпидемиологическое

значение, контроль численности). Сообщение 1. Характеристика видов. //РЭТ-инфо. – 2008. – №1. – С. 27-29.

4. **Львов Д. К., Клименко С. М., Гайдомович С. Я.** Арбовирусы и арбовирусные инфекции. – М., 1989. – 270 с.

5. **Маркович Н. Я.** Реакция представителей растительного и животного мира умеренных широт на потепление климата.//РЭТ-инфо. 2003.–№2. – С. 8-11.

6. **Марциновский Е. И.** О мероприятиях против лихорадки Денге в СССР //Рус. журнал троп. мед. и вет. паразитол. – 1929. – 7 (3). – С. 162-165.

7. **Николаева Н. В.** Адаптивные изменения в популяциях и сообществах кровососущих комаров. //Мат. I Всеросс. совещ. по кровососущим комарам. – С.-Петерб. 2006. – С. 136-140.

8. **Сергиев В. П., Баранова А. М., Маркович Н. Я. и др.** Возможное влияние изменения климата и распространение трансмиссивных болезней на территории России. //Мат. междунар. семинара «Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке». – М., 2004. – С. 143-147.

9. **Шингарев И. И.** Лихорадка Денге.//Рус. жур. троп. мед. и вет. паразитол. – 1929.- 7(3). – С. 168-170.

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

11. **Ясюкевич В. В.** Влияние изменения климата на распространения малярии на территории Российской Федерации.//Мед. паразитол. – 2003. – №4. – С. 27-33.

12. **Budi Haryanto.** Climate change and public health adaptation in Indonesia. Melbourn, November, 2008.

13. **Chikungunia in Italy: action in and implications for the European Unions**//Euro surveillance weekly releases. – 2007. – №12. – J. 9.

14. **Depoortera E., Columbier D.** ECDC. Chikungunia risk assessment group. Chikungunia risk assessment for Europe: recommendation for action // Euro Surveil. – 2006. – №11 (5). – E060511.2.

15. **Development of Aedes albopictus risk maps**//ECDC Technical report, Stockholm, May. – 2009.

16. **Githeko A., Lindsay S., Confalaneri U., Patz I.** Climate change and vector-borne diseases:

a regional analysis. //Bull WHO – 2000. – 78(9). – P. 1136-1146.

**17. Gubler D., Clark G.** Denge/denge hemorrhagic fever: the emergence of a global health problem.//Energ. Infect. Diseases. – 1995. – №1. – P. 55-57.

**18. Hawley W., Reiter P., Copeland S et.al.** Aedes albopictus in North America: problem introduction in used tires from northern Asia.// Science. – 1987. – 236. – P. 1114-1115.

**19. Halwey W.** Biology of Aedes albopictus.//J. Amer. Mosq. Cont. Assoc. – 1988, Suppl.1-4.– P. 2-39.

**20. Kearney M., Porter W., Williams C. et al.** Integrating biophysical models and evolutionary theory to predict climate impacts on species ranges: the denge mosquito Aedes aegypti in Australia.//Functionaly Ecology. – Melbourne, 2009. – P. 1-11.

**21. Ledrans M., Quatresous J., Renault P., Pierre V.** Outbreak of chikungunge in the French Territories, 2006//Lessons Learned. Euro surveillance. – 2007. – 12 (9). – EO70906.

**22. Lounibos L.** Invasions by insect vector of human disease.//Ann. Rev. Entom. – 2002. – №47. – P. 233-260.

**23. Mackenzie J., Gubler D., Petersen I.** Emerging flaviviruses: the spread and resurgence of Japan encephalitis, West Nile and Denge viruses.//Natur. Med. – 2004, №10. – P. 98-109.

**24. Mitchel G.** Geographic Spread of Aedes albopictus and potential for involvement in arbovirus cycles in the Mediterranean basin.//J. Vet. Ecol. – 1995. – №20. – P. 44-58.

**25. Padmanabha H., Soto E., Mosquera M. et al.** Ecological links between water storage behaviors and Aedes aegypti production// Ecohealth. – 2010.-V. 7. – №1. – P. 78-90, Colombia.

**26. Pluskota B., Stroch V., Braunbeck T. et al.** First record of Stegomyia albopictus (Skuse) in Germany//Eur. Mosq. Bul. 2008, №26. – P. 1-5.

**27. Rueda I. et al.** Temperature – dependent development and surivivae rates Culex quinquefasciatus and Aedes aegypti //J. Med. Ent. 1990. – №27. – P. 892-898.

**28. Scholte E. et al.** – First record of Aedes (Stegomyia) albopictus in the Netherlands. //Eur. Mosq. Bull.-2007, №22. – P. 5-9.

**29. Tatem A., Rogers D, Hay S.** Global transport networks and infections disease spread. //Adv. Parasitol. – 2006.– №62. – P. 293-343.

**30. Watts D. et al.** Effect of temperature on the vector efficiency of Aedes aegypti for denge

2 virus.//Ann. J. Trop. Med., Hyg. – 1987. – №36. – P. 143-152.

**31. Watson R. et al.** Climate change 1995: impact, adaptations and mitigation of climate change – scientific-technical analysis.//Cambrige. Univers. Press. – 1996.

#### **Factors, determining the distribution and number of *Aedes aegypti* L. and *Aedes albopictus* Skuse**

*Dremova V. P., professor, Ganushkina L. A., Doctor of Biology E. I. Martsinovsky Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine, I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (MSMU). Pirogovskaya, 20, Moscow*

Mosquitoes Aedes aegypti and Aedes albopictus has got very important epidemiological significance as carriers of hemorrhagic fever arboviruses (Yellow, Dengue, Chikungunya et al.). Influence of the main factors, determining abundance, distribution and epidemiological significance of these species in different regions is shown in the article. Possibility of these species and pointed above arboviruses dispersal (transport communication, urbanization processes) determines necessity to carry out entomological and epidemiological supervision potential epidemiologic dangerous territories.

Key words: mosquitoes Aedes aegypti, Ae. albopictus, hemorrhagic fever, climate change, socio-economic factors.