

УДК 574.3, 595.771

Гордеев М.И., Москаев А.В.

(г. Москва)

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ
МАЛЯРИЙНЫХ КОМАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ
АРМЕНИЯ*

Аннотация. В Республике Армения в 29 местообитаниях обнаружено 4 вида малярийных комаров: *An. maculipennis*, *An. sacharovi*, *An. superpictus*, *An. hyrcanus*. Комар *An. maculipennis* доминировал в большинстве изученных местообитаний и является главным переносчиком малярии в Армении. На основании собственных исследований и научных источников было проведено сравнение фаун малярийных комаров двух сопредельных регионов Европы и Азии – Кавказа и Средней Азии. Показано, что фауны малярийных комаров Кавказа и Средней Азии значительно отличаются по составу видов-двойников комплекса *An. maculipennis*. Естественной границей европейской и азиатской фаун малярийных комаров служит Каспийское море.

Ключевые слова: малярия, переносчики малярии, цитогенетика, малярийные комары *Anopheles*, Каспийское море.

M. Gordeyev, A. Moskayev

(Moscow)

SPECIES COMPOSITION AND GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF
MALARIA-TRANSMITTING MOSQUITOES ON THE TERRITORY OF
THE REPUBLIC OF ARMENIA

Abstract. In the Republic of Armenia 4 species of malaria mosquitoes were found in 29 ecotopes: *An. maculipennis*, *An. sacharovi*, *An. superpictus*, *An. hyrcanus*. Mosquito *An. maculipennis* predominated in most cases and is the main carrier of malaria in Armenia. On the basis of the authors' own sources and literature data the comparison was performed of the malaria mosquitoes fauna and the faunae of the two neighboring regions of Europe and Asia – the Caucasus and Central Asia. It is shown that the faunae of the malaria mosquito of Caucasus and that of Central Asia significantly differ in composition of *An. maculipennis* sibling-species complex. The natural border between the European malaria mosquitoes fauna and the Asian one is the Caspian Sea.

Key words: malaria, malaria carriers, cytogenetics, malaria mosquitoes, *Anopheles*, the Caspian Sea.

* Авторы выражают признательность М.В. Арутюновой и К.В. Арутюновой за предоставленный биологический материал, собранный на территории Армении.

Научно-практические исследования, связанные с регулированием численности малярийных комаров, являются актуальными в связи с проблемами глобализации и возвращением малярии в ряде государств СНГ. Особый интерес для планирования и организации противоэпидемиологических мероприятий представляют исследования в области систематики, генетики, биологии и экологии малярийных комаров и определение эпидемиологической роли отдельных видов. В настоящее время эти исследования основаны на использовании новых современных методов и нацелены на повышение эффективности борьбы с переносчиками малярии.

Целью работы¹ было определение видового состава и географического распространения малярийных комаров рода *Anopheles* (*Diptera*, *Culicidae*) в Республике Армения. Важной особенностью малярийных комаров является наличие видов-двойников, что значительно усложняет диагностику видов при проведении экологических исследований. В нашей работе определение видов проводилось с использованием комплексного подхода, включающего морфологический и цитогенетический анализ. Такой подход позволил нам выявить местообитания отдельных видов *Anopheles* и уточнить географическое распространение видов-двойников малярийных комаров на территории Армении.

Материал и методы

Материалом исследования послужили выборки личинок IV возраста малярийных комаров рода *Anopheles*, фиксированных в спирт-уксусной смеси (3:1), а также выборки имаго, фиксированных 96%-ным спиртом. Выборки личинок были собраны из 7 местообитаний Армении, выборки имаго – из 29 местообитаний. Объём и даты выборок приведены в табл. 1. Морфологическую диагностику видов проводили с использованием стандартных определителей [1; 3; 5-7]. Препарирование личинок *An. superpictus* и видов-двойников комплекса *An. maculipennis* проводили отдельно. Слюнные железы комаров выделяли в капле фиксатора под микроскопом МБС–10. Хитиновый покров личинки приподнимали с помощью препаровальных игл. Затем из грудного отдела личинки извлекали парные слюнные железы, которые располагаются по обеим сторонам от кишечника. Фиксатор осушали фильтровальной бумагой. Железы окрашивали 2%-ным лактоацеторсином в течение 30 минут. По истечении времени излишки краски убирали фильтровальной бумагой. Железы дифференцировали в 45%-ой уксусной кислоте. Далее железы накрыва-

¹ Работа частично финансировалась по грантам РФФИ №: 13-04-90621 Арм_а; № 13RF-060 РФФИ и Государственного комитета по науке Министерства образования и науки Республики Армении, а также по гранту Международного научно-технического центра А-1662.

ли покровным стеклом и раздавливали лёгкими постукиваниями тупым концом препаровальной иглы. По краям покровного стекла наносили капли красителя. Цитогенетический анализ политенных хромосом проводили под микроскопом Micros (Австрия). На препаратах по хромосомам определяли видовой и половой состав личинок видов-двойников малярийных комаров путём сравнения с фотокартами политенных хромосом *Anopheles* [8]. Проведена статистическая обработка результатов.

Результаты и обсуждение

В результате морфологического изучения имаго было показано, что в подавляющем большинстве выборок (в 28 из 29 изученных) доминировали комары комплекса *An. maculipennis* (97,7%) (табл.1.). Кроме *An. maculipennis*, в выборках были обнаружены особи *An. superpictus* (2,2%) и особи *An. hyrcanus* (0,1%). Среди перечисленных малярийных комаров наибольшее эпидемиологическое значение для Армении представляют комары комплекса *An. maculipennis*. По данным цитогенетического и молекулярно-генетического анализа, в Армении обитают 2 вида-двойника комплекса *An. maculipennis* – *An. maculipennis sensu stricto* (преимущественно в предгорьях) и *An. sacharovi* (в долинах). Оба вида являются основными переносчиками малярии на Кавказе [1; 3]. Второстепенное значение в передаче малярии имеет вид *An. superpictus*. Этот вид обычно концентрируется в посёлках, где находит и прокормителей, и места дневок. В качестве дневок выбирает тёмные места жилых помещений, закрытые хлева и надворные постройки. Кроме посёлков, этот вид способен обитать и в открытой местности [3; 10].

Большой интерес представляет анализ малярийных комаров *An. hyrcanus*. Низкая доля этих комаров в полученных выборках может объясняться двумя причинами. Во-первых, этот вид преимущественно обитает в долинах и на равнинных местностях, поэтому в Армении ареал его весьма ограничен. Во-вторых, этот вид является экзофильным. Дневки этого вида располагаются в растительности, по берегам оросительных каналов, в трещинах глинобитных заборов и т. д. Места выплода личинок приурочены к водоёмам, заросшим тростником, рогозом и другими прибрежно-водными растениями [3; 10]. Для изучения экологии *An. hyrcanus* в Армении следует специально организовать сбор имаго с помощью ультрафиолетовой лампы на белом экране, так как в хлевах и хозяйственных постройках имаго не остаются и с рассветом улетают в природные убежища. Вид является хромосомно полиморфным.

Изучение личинок, фиксированных в спирт-уксусной смеси, позволило определить состав видов-двойников комплекса *An. maculipennis*.

Таблица 1

**Видовой состав малярийных комаров Армении
(морфологический анализ)**

№ выборки	Местообитание	Дата сбора	Число особей	Индекс доминирования		
				<i>An. superpictus</i> , f ± s _p %	Комплекс <i>An. maculipennis</i> , f ± s _p %	<i>An. hyrcanus</i> , f ± s _p %
личинки						
1	Армавирская область, с. Грибоедово	23.07.10.	9	44,4±16,6	55,6±16,6	-
2	Арагацотнская область, с. Кучак	19.08.10.	5	-	100	-
3	Арагатская область, с. Шаумян и с. Таперакан	27.08.10.	14	7,2±6,9	92,8±6,9	-
4	Котайская область, с. Арзни	07.08.10.	44	-	100	-
5	Арагатская область, с. Овташен	16.08.10.	27	100	-	-
6	Арагатская область, с. Овташен	28.07.10.	2	-	100	-
7	Гегаркуническая область, с. Еранос	09.09.10.	136	-	100	-
имаго						
8	Арагатская область, с. Бурастан	16.08.10.	58	36,2±6,3	63,8±6,3	-
9	Армавирская область, с. Ехегн	04.08.10.	52	-	100	-
10	Арагацотнская область, с. Парби	26.08.10.	38	-	100	-
11	Армавирская область, г. Армавир	10.08.10.	60	-	100	-
12	Арагатская область, с. Таперакан	09.09.10.	58	-	100	-
13	Арагатская область, г. Арташат	31.07.10.	62	-	100	-
14	Арагатская область, с. Азатаван	31.07.10.	62	-	100	-
15	Армавирская область, с. Акнашен	23.07.10.	54	-	100	-

Продолжение таблицы 1

№ выборки	Местообитание	Дата сбора	Число особей	Индекс доминирования		
				<i>An. superpic-tus</i> , $f \pm s_p$, %	Комплекс <i>An. maculipennis</i> , $f \pm s_p$, %	<i>An. hircanus</i> , $f \pm s_p$, %
16	Армавирская область, с. Ерасхаун	04.08.10.	58	-	100	-
17	Армавирская область, с. Аразан	24.08.10.	51	-	100	-
18	Арагацотнская об- ласть, с. Воскеваз	19.08.10.	56	-	100	-
19	Араратская область, г. Арарат	12.08.10.	60	-	100	-
20	Араратская область, с. Азатаван	09.09.10.	53	-	98,1±1,9	1,9±1,9
21	Араратская область, с. Шаумян	30.07.10.	63	-	100	-
22	Армавирская область, с. Зартонк	04.08.10.	59	-	100	-
23	Армавирская область, с. Джанфида	04.08.10.	42	-	100	-
24	Армавирская область, г. Армавир	26.08.10.	46	-	100	-
25	Армавирская область, с. Варданашен	23.07.10.	64	-	100	-
26	Арагацотнская об- ласть, с. Ошакан	19.08.10.	51	-	100	-
27	Армавирская область, с. Азатаван	24.08.10.	56	-	100	-
28	Араратская область, г. Веди	09.09.10.	52	-	100	-
29	Армавирская область, с. Грибоедово	10.08.10.	32	3,1±3,1	96,9±96,9	-
30	Армавирская область, с. Грибоедово	31.07.10.	57	-	100	-
31	Араратская область, с. Бурастан	31.07.10.	56	-	100	-
32	Армавирская область, с. Араксаван	30.07.10.	58	-	100	-
33	Армавирская область, с. Мхчян	30.07.10.	63	-	100	-

Продолжение таблицы 1

№ выборки	Местообитание	Дата сбора	Число особей	Индекс доминирования		
				<i>An. superpictus</i> , $f \pm s_p$, %	Комплекс <i>An. maculipennis</i> , $f \pm s_p$, %	<i>An. hyrcanus</i> , $f \pm s_p$, %
34	Армавирская область, с. Овташен	28.07.10.	120	-	100	-
35	Армавирская область, с. Шаумян	09.09.10.	50	-	100	-
36	Армавирская область, Вединский район	16.08.10.	14	100	-	-

Примечание. В таблице использованы следующие обозначения: f – доля комаров отдельных видов (%); s_p – стандартная ошибка.

Результаты цитогенетического анализа личинок *Anopheles* приведены в табл. 2. Установлено, что в исследованных местообитаниях доминирующими малярийных комаров являются виды-двойники комплекса *An. maculipennis*: *An. maculipennis* s.s. и *An. sacharovi*. Кроме комаров комплекса *An. maculipennis*, в ряде выборок обнаружены личинки *An. superpictus*, причём в одном из биотопов в окрестностях с. Овташен Араратской области индекс доминирования *An. superpictus* достигал 100% (табл. 2). Популяции всех трёх изученных нами видов были хромосомно мономорфными: в кариотипах личинок инверсий не зарегистрировали.

Полученные данные цитогенетического анализа хорошо согласуются с результатами морфологического изучения видового состава малярийных комаров Армении. В настоящее время полный список малярийных комаров Армении насчитывает 6 видов: *An. claviger* Meigen, *An. hyrcanus* Pallas, *An. maculipennis* Meigen, *An. plumbeus* Stephens, *An. sacharovi* Favre, *An. superpictus* Grassi [2]. В Армении не обнаружен *An. melanoon* Hackett, обитающий в Западной Грузии, а также *An. persiensis* Sedaghat et al., обитающий на Южном побережье Каспийского моря [4]. Результаты наших исследований позволяют уточнить характер географического распространения переносчиков на территории Армении и оценить эпидемиологическое значение отдельных видов. Согласно полученным данным, наиболее массовым переносчиком малярии во всех горных регионах Армении служит *An. maculipennis*. В долинах Араратской области и в области Вайоц Дзор встречается важный переносчик

малярии на Кавказе – вид *An. sacharovi*. Следует отметить, что, например, на территории Восточной Грузии малярия была отмечена только в тех регионах, где обитает этот комар. В ряде районов Армении отмечено значительное увеличение численности *An. sacharovi*, что может, при сохранении этой тенденции и расширении ареала, повысить эпидемиологическую роль вида как потенциального переносчика малярии [2]. Малярийный комар *An. superpictus* является главным переносчиком малярии в Средней Азии, однако на территории Закавказья данный вид играет второстепенную роль в передаче заболевания. Эпидемиологическое значение вида возрастает в конце периода размножения, когда увеличивается относительная численность этого переносчика.

Таблица 2

Цитогенетический анализ видового состава личинок малярийных комаров Армении

No	Местообитание	Дата сбора	Число особей	Индекс доминирования, $f \pm s_p, \%$		
				<i>An. superpictus</i>	<i>An. maculipennis</i>	<i>An. sacharovi</i>
1	Армавирская область, с. Грибоедово	23.07.10	9	44,4±16,6	55,6±16,6	-
2	Арагацотская область, с. Кучак	19.08.10	5	-	100	-
3	Арагатская область, с. Шаумян и с. Таперакан	27.08.10	14	7,2±6,9	71,4±12,1	21,4±11,0
4	Катайская область, с. Арзни	07.08.10	44	-	100	-
5	Арагатская область, с. Овташен	16.08.10	27	100	-	-
6	Арагатская область, с. Овташен	27.07.10	2	-	100	-
7	Гегаркуническая область, с. Еранос	09.09.10	136	-	100	-
8	Сюникская область, с. Гехи	28.06.11	17	-	100	-

Продолжение таблицы 2

No	Местообитание	Дата сбора	Число особей	Индекс доминирования, $f \pm s_f$ %		
				An. superpictus	An. maculipennis	An. sacharovi
9	Сюникская область, с. Давид Бек	29.06.11	6	-	100	-
10	Сюникская область, с. Брнакот	30.06.11	4	-	100	-
11	Вайоцдзорская область, с. Вайк	01.07.11	42	-	100	-
12	Сюникская область, с. Ашотаван	25.07.11	4	-	100	-
13	Сюникская область, с. Брнакот	26.07.11	3	-	100	-
14	Вайоцдзорская область, окр.с. Малишка, пойма р. Арпа	27.07.11	2	-	100	-
15	Тавушская область, с. Азатамут, пойма р. Ахстев	12.08.11	20	-	100	-
16	Вайоц Дзор, с. Агавнадзор	10.10.11	6	-	$16,7 \pm 15,2$	$83,3 \pm 15,2$

Примечание. В таблице использованы следующие обозначения: f – доля комаров отдельных видов (%); s_f – стандартная ошибка.

На основании собственных и литературных данных нами было проведено сравнение фаун малярийных комаров двух сопредельных регионов Европы и Азии – Кавказа и Средней Азии. Климат Средней Азии резко континентальный и более засушливый, с высокими перепадами зимне-летних температур. Это накладывает ограничения на характер географического распределения малярийных комаров. Фауны малярийных комаров Кавказа и Средней Азии значительно отличаются по видовому составу [9]. Естественной границей европейской и азиатской фаун служит Каспийское море. Различия двух фаун по составу комаров комплекса *Anopheles maculipennis* приведены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнение видового состава малярийных комаров комплекса *Anopheles maculipennis* на Кавказе и в Средней Азии (по результатам цитогенетических и молекулярно-генетических исследований)

Кавказ	Средняя Азия
<i>An. atroparvus</i>	<u><i>An. artemievi</i></u>
<i>An. maculipennis</i>	<u><i>An. martinius</i></u>
<i>An. messeae</i>	<i>An. messeae</i>
<i>An. melanoon</i>	
<u><i>An. persiensis</i></u>	
<i>An. sacharovi</i>	

Примечание: подчеркнуты эндемичные виды для данного региона

При сравнении фаун двух сопредельных регионов следует отметить, что единственным объединяющим эти фауны видом является малярийный комар *An. messeae*. Этот полиморфный вид населяет северные, преимущественно равнинные, части Кавказа и Средней Азии. В течение репродуктивного сезона популяции этого вида достигают высокой численности, хотя в середине периода размножения наблюдается летний провал численности в наиболее жаркие месяцы. Хромосомный состав краевых популяций достаточно однородный, с преобладанием хромосомных инверсий, характерных для западных и южных зон видового ареала. По-видимому, главным препятствием для распространения комаров *An. messeae* на юг служат слишком высокие температуры зимовки [1], а также присутствие других конкурирующих видов. Южная граница ареала *An. messeae* в Европе проходит по Главному Кавказскому хребту. В предгорьях Северного Кавказа и на всей территории Закавказья место *An. messeae* занимает *An. maculipennis*. В Закавказье в направлении с запада на восток вместе с *An. maculipennis* обитают сначала *An. melanoon*, затем *An. sacharovi*, а на юге Азербайджана в Талышских горах с низкой частотой встречается эндемичный для Кавказа вид *An. persiensis*.

В Азии южная граница ареала *An. messeae* проходит по Киргизскому хребту, захватывая Чуйскую область и Иссык-Кульскую котловину на Тянь-Шане. На Юге Казахстана ареал *An. messeae* контактирует с ареалом эндемичного для Средней Азии вида *An. artemievi*. Западнее, в долине реки Сырдарья (Кызыл-Ординская область Казахстана) кома-

ра *An. artemievi* замещает другой эндемик Средней Азии – малярийный комар *An. martinius*. В настоящее время *An. martinius* обнаружен только в Приаралье, тогда как *An. artemievi* обитает на обширных пространствах Центрального и Южного Тянь-Шаня, в Ферганской долине, в долинах Сырдарьи и Амударьи. Южная граница ареала *An. artemievi* проходит в Согдийской области Таджикистана, северная – в Южно-Казахстанской области, восточная – в Тянь-Шане (вероятно, на территории Китая, в Синцзян-Уйгурском автономном районе), западная – в Туркменистане (граница не прослежена). В междуречье Амударьи и Сырдарьи имеется зона перекрывания ареалов *An. artemievi* и *An. martinius*. Например, оба вида были отмечены нами в Хивинском оазисе. Кроме того, оба вида были отмечены в Самаркандской области Узбекистана (по данным молекулярно-генетического анализа). Наиболее слабо изучено географическое распределение видов-двойников комплекса *An. maculipennis* на западном побережье Каспийского моря, в Казахстане и Туркменистане. Остаётся открытым вопрос о том, существует ли зона контакта ареалов кавказских видов *An. maculipennis* и *An. persiensis* со среднеазиатскими видами *An. artemievi* и *An. martinius* в Туркменистане или в Северном Иране.

Поэтапное замещение видов, с востока на запад и с юга на север, обуславливает своеобразную «эстафету» малярии среди переносчиков. В 1990-е и 2000-е гг., когда происходило восстановление передачи малярии в республиках Средней Азии и Закавказья, возбудитель трёхдневной малярии *Plasmodium vivax* последовательно внедрялся в популяции малярийных комаров, замещающих друг друга в сопредельных регионах. При этом паразит необычайно быстро приспосабливался к новым хозяевам. Например, подобную эстафету мы наблюдали в Кыргызстане в процессе распространения малярии из Ошской области на юге республики (основной переносчик – *An. superpictus*) в Чуйскую долину и г. Бишкек на севере страны (основной переносчик – *An. messeae*). Очевидно, смена хозяев не является серьёзным препятствием при формировании новых очагов малярии, и население государств Кавказа и Средней Азии находится в зоне высокого риска восстановления малярии.

Выводы

1. Определён видовой состав малярийных комаров в 29 местообитаниях Армении. В изученных выборках доля комаров комплекса *An. maculipennis* составила 97,7%; *An. superpictus* – 2,2%; *An. hyrcanus* – 0,1%. По данным цитогенетического анализа, среди видов-двойников комплекса *maculipennis* доминирует *An. maculipennis s.s.* Вид *An. sacharovi* обнаружен только в отдельных местообитаниях в долинах.

2. Проведено сравнение фаун малярийных комаров двух сопредельных регионов Европы и Азии – Кавказа и Средней Азии. Показано, что фауны малярийных комаров Кавказа и Средней Азии значительно отличаются по составу видов-двойников комплекса *An. maculipennis*. Естественной границей европейской и азиатской фаун малярийных комаров служит Каспийское море.

Литература:

1. *Гуцевич А.В., Мончадский А.С., Штакельберг А.А.* Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Т. 3. Вып. 4. Комары. Семейство Culicidae. – Л.: Наука, 1970. – 384 с.

2. *Давидянц В.А., Мурадян К.М.* Современные эпидемиологические и энтомологические аспекты малярии в Армении: Монография – Ер.: Авторское издание, 2007 – 145 с.

3. *Званцов А.Б., Ежов М.Н., Артемьев М.М.* Переносчики малярии Содружества Независимых Государств. – Копенгаген: ВОЗ, 2003. – 312 с.

4. *Кешишьян А., Гордеев М.И., Безжонова О.В., Горячева И.И., Шайкевич Е.В., Званцов А.Б., Ежов М.Н.* Генетический анализ малярийных комаров комплекса *Anopheles maculipennis* (Diptera, Culicidae) Армении // Мед. паразитол. – 2009. – Вып. 3. – С. 24–28.

5. *Мончадский А.С.* Личинки кровососущих комаров СССР и сопредельных стран (посем. Culicinae). – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – 290 с.

6. Определитель членистоногих, вредящих здоровью человека / под ред. В.Н. Беклемишева – М.: МЕДГИЗ, 1958. – 420 с.

7. *Сибатаев А.К., Шабанова Ю.В.* Морфология малярийных комаров комплекса *Anopheles maculipennis* на территории России // Научно-практическое руководство по малярии (эпидемиология, систематика, генетика) / Науч. ред. В.Н. Стегний. – Томск: Томский государственный университет, 2007. – С. 146–185.

8. *Стегний В.Н.* Популяционная генетика и эволюция малярийных комаров. – Томск: Изд-во Томск.ун-та, 1991. – 136 с.

9. *Gordeev M.* Malaria mosquitoes of Caucasus // 6th European Mosquito Control Association Workshop (Budapest, Hungary, 12-15 September 2011). Conference programme & abstract book. – Budapest: Diamond Congress Ltd., 2011. – P. 77.

10. *Stone A., Knight K.L., Starcke H.* A synoptic catalog mosquitoes of the world (Diptera, Culicidae). – Washington: Thomas Say Foundation, 1959. – V.6. – 358 p.