

УДК 576.895.421

**АНОМАЛИИ ЭКЗОСКЕЛЕТА САМЦОВ
В ПОПУЛЯЦИЯХ ТАЕЖНОГО КЛЕЩА
АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

© А. Я. Никитин,* И. М. Морозов

Иркутский научно-исследовательский
противочумный институт Роспотребнадзора
ул. Трилиссера, 78, Иркутск, 664047

* E-mail: nikitin_irk@mail.ru

Поступила 04.05.2016

Описана изменчивость экзоскелета 2630 самцов таежного клеща (*Ixodes persulcatus* Schulze, 1930), собранных на флаг с растительности в Дальневосточном, Сибирском и Уральском федеральных округах (далее ДФО, СФО, УФО) России. Показано, что во всех выборках преобладают два одинаковых типа аномалий конскутума. На территории ДФО нарушения строения тела у самцов таежного клеща регистрируются реже, чем в СФО и УФО: 6.5 ± 1.05 ; 29.7 ± 1.03 и 25.8 ± 3.93 % соответственно. Предполагается, что выявленная фенотипическая изменчивость не связана с антропогенным влиянием. Выборки таежного клеща с разным уровнем встречаемости нарушений экзоскелета меридионально соответствуют двум расам вида.

Ключевые слова: аномалии экзоскелета, *Ixodes persulcatus*, структура популяций.

Таежный клещ (*Ixodes persulcatus* Schulze, 1930) — основной и наиболее эпидемиологически опасный переносчик вируса клещевого энцефалита и боррелий на большей части территории России. Ареал вида включает 6 участков с относительно сходными внутри них условиями обитания переносчика по показателю континентальности климата (Коренберг, 1979). На основе изучения характера протекания морфогенетической диапаузы у личинок и нимф в популяциях таежного клеща азиатской части страны Коротков (2005, 2009, 2016) выделил 3 расы, области распространения которых до определенной степени согласованы со схемой районирования ареала вида, выполненной Коренбергом (1979). Наличие локальных рас в силу микроэволюционных и стохастических процессов допускает возможность дифференциации формирующих их групп популяций по морфометрическим, экологическим и этологическим особенностям. К подобным показателям может относиться спектр выявляемых типов и частота встречаемости отдельных вариантов аномалий экзоскелета таежного клеща.

Таблица 1

Районы, годы сбора и объемы выборок самцов *Ixodes persulcatus*Table 1. The areas, years of collection, and size of sampling of *Ixodes persulcatus* males

Округ РФ	Субъект / административный район (географические координаты центра): с. ш. — северная широта, в. д. — восточная долгота)	Годы сбора	Число самцов
ДФО	Приморский край / г. Владивосток (43.1° с. ш., 131.9° в. д.)	2013—2015	108
	Приморский край / с. Каменушка (43.4° с. ш., 132.1° в. д.)	2013—2015	69
	Приморский край / о-в Русский (43.0° с. ш., 131.9° в. д.)	2014, 2015	216
	Приморский край / о-в Рейнеке (42.9° с. ш., 131.7° в. д.)	2014, 2015	54
	Приморский край / с. Владимиро-Александровское (42.9° с. ш., 133.1° в. д.)	2011	27
	Амурская область / с. Архара (49.4° с. ш., 130.8° в. д.)	2014	49
	Хабаровский край / заповедник Бастак (48.9° с. ш., 133.1° в. д.)	2011, 2013	29
	Забайкальский край / с. Архангельское (50.3° с. ш., 108.8° в. д.)	2014	30
СФО	Иркутская обл. / г. Иркутск (52.3° с. ш., 104.3° в. д.)	2004—2015	1474
	Иркутская обл. / г. Братск (56.1° с. ш., 101.6° в. д.)	2009—2014	57
	Иркутская обл. / г. Бодайбо (57.9° с. ш., 114.2° в. д.)	2012, 2015	6
	Иркутская обл. / г. Усть-Илимск (58.0° с. ш., 102.7° в. д.)	2012—2015	107
	Республика Хакасия / г. Абаза (52.7° с. ш., 90.9° в. д.)	2014	89
	Республика Хакасия / г. Саяногорск (53.9° с. ш., 91.4° в. д.)	2015	191
УФО	Тюменская обл. / г. Ханты-Мансийск	2015	124
Всего исследовано самцов в ДФО			552
СФО			1954
УФО			124
Суммарно			2630

Цель сообщения — описать структуру популяций *I. persulcatus* азиатской части России по характеру проявления аномалий экзоскелета самцов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор имаго таежного клеща проводили на флаг с растительности в 2004—2015 гг. стандартным методом. Анализ встречаемости нарушений экзоскелета у самок представлен в отдельной работе. В данном сообщении описано строение экзоскелета самцов таежного клеща, собранных на территории Дальневосточного (ДФО), Сибирского (СФО) и Уральского (УФО) федеральных округов (табл. 1). Материал сгруппирован в 15 выбо-

рок. Приводимые в табл. 1 географические координаты соответствуют административным центрам районов городского или сельского типа (в двух случаях это территория островов), в окрестностях которых проведены сборы клещей. При анализе материалов данные за несколько лет с одной и той же территории суммированы.

Строение экзоскелета изучали с использованием световых бинокулярных микроскопов (увеличение $\times 80$, МС-2 «Биомед» и — $\times 84$, МБС-10, ЛОМО, Россия). Классификация выявляемых аномалий дана в соответствии со схемой, разработанной Алексеевым и др. (2008). Всего морфологически исследовано 2630 самцов таежного клеща.

Статистическая обработка проведена стандартными методами вариационной статистики (Елисеева, Юзбашев, 2004). Достоверность статистических различий оценивали по критерию Стьюдента для показателей с качественной вариацией.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ встречаемости отдельных типов аномалий у клещей, собранных на территориях трех округов страны, приведен в табл. 2. Во всех выборках зарегистрированы самцы с аномалиями экзоскелета. На территории ДФО выявлено 6 типов нарушений экзоскелета, СФО — 9, УФО — 3.

В изученных выборках наиболее часто встречаются 2 нарушения конскутума: Р9 и Р11 (табл. 2). На рисунке приведено изображение самца таежного клеща «нормального» строения (см. рисунок, *а*), а также двух распространенных типов аномалий (см. рисунок, *б*, *в*). Аномалия экзоскелета Р11 (см. рисунок, *в*) проявляется только у самцов, а нарушение Р9 (см. рисунок, *б*) характерно для особей обоих полов, причем у самок в исследованных районах это наиболее часто выявляемый тип нарушений конскутума (Алексеев и др., 2008; Панова, 2011; Морозов и др., 2015). Остальные варианты изменений строения тела самцов регистрируются в выборках с частотой не выше 0 до 3.0 %, т. е. являются редкими.

На основе суммирования материалов выборок, соответствующих отдельным округам, показано, что аномалия Р11 встречается достоверно ($P < 0.001$) реже на территории ДФО (4.9 ± 0.92 %) по сравнению с СФО (19.8 ± 0.90 %) и УФО (15.3 ± 3.23 %). Между двумя последними округами значимые различия в частоте регистрации аномалии этого типа отсутствуют.

Аномалия Р9 наиболее редка у самцов в выборках с территории ДФО (0.5 ± 0.31 %), выше ее встречаемость в СФО (4.6 ± 0.47 %) и УФО (9.7 ± 2.66 %) (все различия попарно статистически значимы: $P < 0.01$).

Наименьшая частота аномалий всех типов наблюдается у самцов, собранных в районах с умеренно муссонным и умеренно континентальным климатом ДФО (6.5 ± 1.05 %). Наибольшая — у особей на территориях СФО (29.7 ± 1.03 %) и УФО (25.8 ± 3.93 %), характеризующихся континентальным и резко континентальным климатом. Таким образом, нарушения строения тела у самцов таежного клеща регистрируются на территории ДФО достоверно реже ($P < 0.001$), чем в СФО и УФО, между которыми различия по этому показателю незначимы. Кроме того, на территории

Таблица 2

Частота встречаемости разных типов аномалий
в выборках самцов *Ixodes persulcatus* азиатской части России
Table 2. The occurrence of various types of anomalies
in samples of *Ixodes persulcatus* males in the Asiatic part of Russia

Тип нарушения экзоскелета (обозначение аномалий по работе Алексеев и др. (2008))	Встречаемость аномалий экзоскелета на территории, % (M ± m) ¹		
	ДФО (552) ²	СФО (1954)	УФО (124)
Нарушение развития пальп (P2)	0.2 ± 0.18 (1)	0.1 ± 0.05 (1)	0 (0)
Неровная поверхность конскутума (P9)	0.5 ± 0.31 (3)	4.6 ± 0.47 (90)	9.7 ± 2.66 (12)
Парные вдавления в задней части конскутума (P11)	4.9 ± 0.92 (27)	19.8 ± 0.90 (386)	15.3 ± 3.23 (19)
Одиночное вдавление с одной из сторон задней части конскутума (P12)	0.5 ± 0.31 (3)	1.5 ± 0.28 (30)	0 (0)
Парные вдавления на обеих сторонах конскутума (P13)	0.2 ± 0.18 (1)	3.0 ± 0.39 (59)	0.80 ± 0.81 (1)
Нарушение развития аданальных щитков (P15)	0 (0)	0.1 ± 0.05 (1)	0 (0)
Искривленная форма тела со смещением отдельных щитков и внешних органов относительно продольной оси (P17 и P18)	0 (0)	0.3 ± 0.11 (5)	0 (0)
Нарушение развития ног, либо отдельных их члеников вплоть до полного отсутст- вия (P21, P22, P23)	0.2 ± 0.18 (1)	0.4 ± 0.14 (7)	0 (0)

Примечание. ¹ — в этой и следующей таблице: m — ошибка среднего. ² — в скобках приве-
дено число исследованных особей.



Примеры аномалий экзоскелета, регистрируемых у самцов *Ixodes persulcatus*.

Обозначения нарушений строения приведены по работе Алексеева и др. (2008): *a* — особь без аномалий, *б* — неровная поверхность конскутума — «шагреновая кожа» (P9), *в* — парные вдавления в задней части конскутума (P11).

Examples of exoskeleton anomalies recorded among *Ixodes persulcatus* males.

Таблица 3

Показатели, характеризующие структуру популяций *Ixodes persulcatus* по строению экзоскелета самцовTable 3. Indices characteristic of *Ixodes persulcatus* populations based on males' exoskeleton structure

Район исследования (в соответствии с табл. 1)	Число самцов без аномалий	Число самцов с аномалиями	Доля самцов с аномалиями от объема выборки, % (M ± m)	Доля самцов с двумя аномалиями от объема выборки, % (M ± m)
ДФО				
Приморский край / г. Владивосток	103	5	4.6 ± 2.02	0
Приморский край / о-в Русский	200	16	7.4 ± 1.78	0.5 ± 0.46
Приморский край / о-в Рейнеке	50	4	7.4 ± 3.56	0
Приморский край / с. Каменушка	62	7	10.1 ± 3.63	0
Приморский край / с. Владимиро-Александровское	23	4	14.8 ± 6.84	0
Александровское				
Хабаровский край / заповедник Бастак	29	0	0	0
Амурская обл. / с. Архара	48	1	3.40	0
Итого по ДФО	515	37	6.7 ± 1.05	0.2 ± 0.18
СФО				
Забайкальский край / с. Архангельское	25	5	16.7 ± 6.80	0
Иркутская обл. / г. Иркутск	968	506	34.3 ± 1.24	2.4 ± 0.40
Иркутская обл. / г. Братск	44	13	22.8 ± 5.56	1.8 ± 1.74
Иркутская обл. / г. Усть-Илимск	84	23	21.5 ± 3.97	0.9 ± 0.93
Иркутская обл. / г. Бодайбо	2	4	66.7 ± 19.25	0
Республика Хакасия / г. Абаза	80	9	10.1 ± 3.20	0
Республика Хакасия / г. Саяногорск	171	20	10.5 ± 2.22	0.5 ± 0.52
Итого по СФО	1374	580	29.7 ± 1.03	2.0 ± 0.32
УФО				
Тюменская обл. / г. Ханты-Мансийск	92	32	25.8 ± 3.93	1.6 ± 1.13

ДФО ниже показатель встречаемости самцов, имеющих 2 аномалии экзоскелета одновременно (табл. 3).

Выявленный характер географических различий по встречаемости аномалий экзоскелета самцов в популяциях с территорий трех субъектов азиатской части страны (табл. 2, 3) схож с особенностями проявления полиморфизма строения экзоскелета у самок, но уступает им по экстенсивности.

В меридиональном направлении граница территорий с неодинаковой насыщенностью популяций самцами, имеющими нарушения экзоскелета, совпадает с комплексами, получившими название сибирской и дальнево-

сточной рас таежного клеща, особи которых отличаются по фотопериодическому порогу развития напитавшихся личинок и нимф (Коротков, 2005, 2009, 2016). Как указывалось выше, образование локальных рас допускает генетически закрепленную дифференциацию их особей по морфометрическим, экологическим и этологическим особенностям. Наше исследование выявило наименьшую встречаемость аномалий экзоскелета у самцов и самок дальневосточной расы таежного клеща.

Полагаем, что наблюдающийся полиморфизм строения экзоскелета самцов и пространственные различия в частоте встречаемости аномалий в популяциях клещей азиатской части страны не являются следствием антропогенного воздействия, как это было установлено ранее (Алексеев, 1995; Семенов, 2003; Alekseev et al., 2006; Алексеев и др., 2008), а отражает их естественную феногеографическую изменчивость. Сходство типов нарушений экзоскелета, регистрируемых у особей географически удаленных популяций, а также с морфозами, индуцированными тяжелыми металлами (Alekseev et al., 2006; Алексеев и др., 2008), указывает на наличие определенного морфогенетического ландшафта развития (Поздняков, 2009), т. е. эпигенетическую природу наблюдаемой изменчивости.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность А. В. Алленову, Н. С. Гордейко, Т. В. Зверевой (ФКУЗ «Приморская противочумная станция» Роспотребнадзора, г. Уссурийск, Россия), В. Е. Курганову, О. Н. Пелевиной, О. Н. Афанасьевой, Т. П. Митрошиной (ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия» Роспотребнадзора, г. Абакан, Россия), А. А. Мусиной (г. Тюмень, Россия) за помощь в сборе иксодовых клещей. Особая благодарность А. Н. Алексееву и Е. В. Дубининой (г. Санкт-Петербург, Россия) за ценные консультации и всестороннюю методическую помощь.

Список литературы

- Алексеев А. Н. 1995. Антропогенный пресс, патоморфология переносчика, обилие возбудителя болезни Лайма. Докл. РАН. 340 (4): 563—565.
- Алексеев А. Н., Дубинина Е. В., Юшкова О. В. 2008. Функционирование паразитарной системы «клещ-возбудители» в условиях усиливающегося антропогенного пресса. СПб.: Инсанта. 146 с.
- Елисева И. И., Юзбашев М. М. 2004. Общая теория статистики: учебник. М.: Финансы и статистика, 656 с.
- Коренберг Э. И. 1979. Биохорологическая структура вида (на примере таежного клеща). М.: Наука. 171 с.
- Коротков Ю. С. 2005. Постепенная изменчивость паразитарной системы клещевого энцефалита. Вопросы вирусологии. 3 (50): 52—56.
- Коротков Ю. С. 2009. Экология таежного клеща (*Ixodes persulcatus* Schulze, 1930) в условиях изменения климата Евразии. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб. 46 с.
- Коротков Ю. С. 2016. Географическая изменчивость морфогенетической диапаузы личинок и нимф таежного клеща *Ixodes persulcatus* (Acarina, Ixodidae). Паразитология. 50 (1): 3—20.

- Морозов И. М., Алексеев А. Н., Дубинина Е. В., Никитин А. Я., Мельникова О. В., Андаев Е. И. 2015. Полиморфизм фенотипической структуры популяции таежного клеща и его эпидемиологическое значение. Мед. паразитол. и паразитарные болезни. 3: 42—45.
- Панова Т. С. 2011. Экологические и морфологические особенности популяций таежного клеща в контрастных условиях обитания (на примере территорий юга и севера Иркутской области). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск. 19 с.
- Поздняков А. А. 2009. Критика эпигенетической теории эволюции. Журн. общ. биол. 70 (5): 383—395.
- Семенов А. В. 2003. Многообразие заражения патогенами популяций клещей *Ixodes persulcatus* на территориях с сильным антропогенным прессом. Дис. ... канд. биол. наук. М. 136 с.
- Alekseev A. N., Dubinina E. V., Chirov P. A. 2006. Tick morphology, tick microbioscenes, and the ability to accumulate tick-borne pathogens as a result of anthropogenic pressure? International Journal of Medical Microbiology. 296 (1): 169—171.

EXOSKELETON ANOMALIES AMONG TAIGA TICK MALES FROM POPULATIONS OF THE ASIATIC PART OF RUSSIA

© A. Ya. Nikitin, I. M. Morozov

Key words: exoskeleton anomalies, *Ixodes persulcatus*, population structure.

SUMMARY

The taiga tick (*Ixodes persulcatus*, Schulze, 1930) is the main and most epidemiologically dangerous vector of tick-borne encephalitis virus (TBEV) and *Borrelia* in most parts of Russia's territory (Alekseev et al., 2008). The purpose of this article is to describe the incidence rate of *I. persulcatus* males with exoskeleton anomalies in populations of the Asiatic part of Russia.

A total of 2630 taiga tick males were morphologically analyzed. They were collected in Far Eastern, Siberian and Ural Federal Districts (respectively, FEFD, SFD, UFD) in 15 geographically remote locations.

It is shown that in all populations there are adult ticks with impaired exoskeleton, among which two types dominate: twin dents at the back of conscutum (P11), and uneven surface of conscutum — a «shagreen skin» (P9). The frequency of abnormalities in males from the areas with temperate monsoon and temperate continental climate (FEFD) was definitely lower ($6.5 \pm 1.05\%$), than in individuals from the territories of SFD ($29.7 \pm 1.03\%$) and UFD ($25.8 \pm 3.93\%$) with continental and sharply continental climate. FEFD territory is also characterized by a less number of males having two simultaneous exoskeleton anomalies. Similar district-preconditioned differences in the frequency of recorded body distortions are also typical of females, with a higher percentage of deviant individuals in comparison with males. Thus, the identified polymorphism of exoskeleton structure of the taiga tick may reflect the natural phenogeographical variability of this trait and might not be the result of human impact.