

УДК 576.895.121

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ  
ЗАРАЖЕННОСТИ КЛЕЩЕЙ IXODES RICINUS И IXODES  
PERSULCATUS ВОЗБУДИТЕЛЕМ БОЛЕЗНИ ЛАЙМА  
В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

© Ю. С. Коротков,<sup>1</sup> Г. С. Кисленко,<sup>1</sup> Л. А. Буренкова,<sup>1</sup>  
Н. А. Рудникова,<sup>2</sup> Л. С. Карань<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М. П. Чумакова РАМН  
Московская обл., Ленинский р-н, 142782  
E-mail: tbe\_tbd@mail.ru

<sup>2</sup> ЦНИИ эпидемиологии МЗ РФ  
ул. Новогиреевская, 3а, Москва, 111123  
Поступила 07.05.2008

Проведен анализ многолетних данных по зараженности клещей *Ixodes persulcatus* и *I. ricinus* боррелиями комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato* в Московской обл. Исследовано 13 893 клеща с помощью темнопольной микроскопии и 704 — методом ПЦР. Наиболее распространены 2 геновида боррелий — это *B. afzelii* (63 %) и *B. garinii* (20 %). Они встречаются также в виде микстинфекции (11 %). На территории области отмечены также *B. miyamotoi*, *B. valaisiana* и *B. burgdorferi sensu stricto*, суммарная доля которых не превышает 6 %. Акаротропность боррелий выше по отношению к *I. persulcatus*, чем к *I. ricinus*. Средняя многолетняя зараженность этих видов клещей составила соответственно 27.3 и 11.3 %. Пространственная изменчивость зараженности клещей существенно превышает межгодовые вариации. Соответствующие коэффициенты вариации составляют 66 и 26 %.

Болезнь Лайма (БЛ) — группа инфекционных трансмиссивных природноочаговых заболеваний, вызываемых боррелиями комплекса *B. burgdorferi sensu lato* и передающихся иксодовыми клещами (Коренберг, 1993; Васильева и др., 1996, и др.). Серологическая верификация БЛ на территории бывшего СССР впервые проведена в 1985 г. (Коренберг и др., 1986). Официальная регистрация БЛ в Москве и Московской обл. (МО) ведется с 1992 г. (Лексина и др., 2002). В последние годы здесь регистрируется свыше 300 случаев БЛ. Заражения отмечаются практически во всех административных районах. В настоящее время насчитывается около десятка публикаций, затрагивающих проблему БЛ в области (Алексеев и др., 1993; Кисленко, Коротков, 1999, 2002; Окулова и др., 2000; Масузава и др., 2001; Арумова и др., 2002; Рудникова и др., 2004; Masuzawa et al., 2005, и др.). Данные последних лет позволяют с новых позиций рассматривать вопрос о характере распределения переносчиков и возбудителей БЛ в МО, оценивать роли симпатрии

2 видов переносчиков — клещей *Ixodes ricinus* (L.) 1758 и *I. persulcatus* Schulze, 1930 в изменении эпидемической напряженности очагов БЛ. Согласно одной из трех ранее сложившихся точек зрения (Алексеев и др., 1993) в зоне симпатрии этих двух видов, *I. ricinus* выполняет второстепенную роль в качестве переносчика БЛ, а выявление боррелий в клещах *I. ricinus* зависит от присутствия на тех же территориях *I. persulcatus*. Позже были высказаны и иные точки зрения, согласно одной из которых боррелии встречаются в 2 видах клещей с одинаковой вероятностью (Masuzawa et al., 2005), а согласно другой (Арумова и др., 2002) — боррелии могут встречаться чаще либо у одного, либо у другого вида клеща в зависимости от биоценологических условий местности. В настоящем сообщении дается характеристика возбудителя БЛ и его встречаемость в «рицинусных», «персулькатусных» и смешанных очагах БЛ Московской обл.; рассматриваются особенности его пространственного и временного распределения.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящего сообщения послужили обобщенные результаты наших многолетних исследований очагов БЛ в МО и приграничных территориях, проведенные на 5 стационарных участках в 1996—2002 и 2007 гг. Три из них расположены в «рицинусных» и два в «персулькатусных» очагах (Кисленко, Коротков, 1999, 2002; Буренкова, 2000, 2003; Окулова и др., 2000). В сравнительном анализе используются также литературные данные, собранные сотрудниками Управления Роспотребнадзора по Московской обл. в 1990—2001 гг. (Арумова и др., 2002; Лексимова и др., 2002). За показатель численности клещей принимали число особей на 1 флаго-километр. Взрослых особей, собранных в 1996—2001 гг., исследовали на наличие возбудителя методом темнопольной микроскопии витальных препаратов (Ковалевский и др., 1990), а в 2002 и 2007 гг. с помощью ПЦР (Рудникова и др., 2004; Коротков и др., 2008). Всего на содержание спирохет обследовано 14 597 клещей 2 видов. Из них 704 — методом ПЦР.

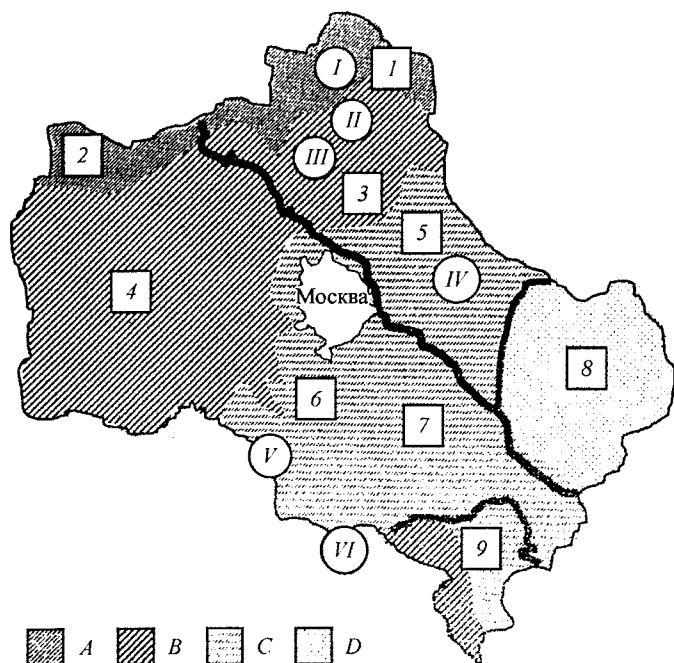
#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Переносчиками и членистоногими-хозяевами возбудителя БЛ на территории МО являются клещи *I. ricinus* и *I. persulcatus*. Из многих геновидов и генотипов боррелий патогенными для человека считаются: *B. afzelii*, *B. garinii*, *B. burgdorferi sensu stricto*. На территории МО широко распространены первые два геновида (Рудникова и др., 2004; Masuzawa et al., 2005). В клещах из наших сборов (Рудникова и др., 2004) наиболее часто встречаются в виде моноинфекций *B. afzelii* (63 %) и *B. garinii* (20 %) и в виде различных вариантов микстинфекций — 11 %. Суммарная доля прочих геновидов и генотипов (*B. valaisiana*, *B. miyamotoi* и др.) составляет всего 6 %. В это число может входить и *B. burgdorferi sensu stricto* (Masuzawa et al., 2005), вероятность выделения которой составляет менее 0.1 %.

Распределение патогенных для человека боррелий и численность переносчиков в значительной степени зависит от географических и биоценологических особенностей, сложившихся в области (Арумова и др., 2002). МО характеризуется значительной площадью лесов (1. млн. га) и высокой лесистостью (40 %), (Анненская и др., 1997). Все современные ландшафты области несут на себе следы антропогенного воздействия. По своим природным

условиям МО отличается большим разнообразием. Она расположена в центральной части Русской равнины в междуречье рек Волги и Оки. Рельеф сформировался под действием последнего оледенения, оказавшего значительное влияние на дифференциацию современных ландшафтов Подмосковья. Граница оледенения пересекает область с юго-запада на северо-восток и проходит по Дмитровско-Клинской гряде, представляющей северный предел Смоленско-Московской возвышенности (см. рисунок). Северная часть МО относится к Верхневолжской низменности. Значительная часть территории связана со Смоленско-Московской возвышенностью плавно переходящей в Среднерусскую всхолмленную равнину с малопересеченными водоразделами. Южная часть этой равнины в междуречье рек Москвы и Оки выделяется в отдельную Москворецко-Окскую физико-географическую провинцию. Восточные районы расположены в пределах Мещерской низменности или граничат с ней.

В Верхневолжской низменности преобладают елово-сосновые леса бореальной группы. Наибольшие площади заняты вейниково-чернично-зеленомошно-кисличными ассоциациями. Здесь абсолютно доминирует *I. persulcatus* (Арумова и др., 2002; Кисленко и др., 2002). В пределах Смоленско-Московской возвышенности выделяют 2 провинции — Смоленскую на западе и Московскую на востоке. В пределах Смоленской провинции на слабо дренированных суглинках преобладают различного типа ксерофиль-



Физико-географическое деление Московской обл. (№ 1—9); расположение стационаров (I—VI).  
 А — Верхневолжская низменность, В — Смоленско-Московская возвышенность, С — Русская равнина, D — Мещерская низменность. Физико-географические провинции: 1 — Верхневолжская (восток), 2 — Верхневолжская (запад), 3 — Московская, 4 — Смоленская, 5 — Русская равнина (восток), 6 — Русская равнина (запад), 7 — Москворецко-Окская, 8 — Мещерская, 9 — Заокская.

Physicogeographic division of Moscow Region (1—9) and location of stations (I—VI).

ные широколиственные леса с ассоциациями широколиственной группы. Здесь практически не встречается *I. persulcatus* и абсолютно доминирует *I. ricinus*. Московская провинция представлена сложными ельниками с хорошо выраженными многовидовым кустарниковым подлеском и кислично-широколиственным покровом. Еловые леса приурочены преимущественно к речным террасам. Здесь распространены оба вида-переносчика БЛ. В западной части Среднерусской равнины повсеместно доминирует *I. ricinus*, а в восточной, так же как и на востоке Московской провинции, наряду с этим видом постоянно встречается *I. persulcatus*. На востоке области вклинивается Мещерская низменность. Это плоская, местами бугристая равнина, сильно заболоченная, особенно на востоке. Характерны елово-сосновые леса с хорошо развитым кустарниковым ярусом. На увлажненных и заболоченных участках в нижнем ярусе преобладают чернично-зеленомошные и кустарничково-сфагновые ассоциации. В этой части области встречаются оба вида клещей, но доминирует *I. persulcatus*. В Заокской части МО сохранились лишь небольшие участки сосново-широколиственного леса мало пригодные для обоих видов клещей. Заражения людей возбудителем БЛ здесь не отмечались.

Численность и зараженность боррелиями *I. persulcatus* на севере области (станции № I и III) наблюдали непрерывно в течение 7 лет. Стационар № I представляет один из наиболее типичных участков Верхневолжской низменности. Здесь абсолютно доминирует *I. persulcatus*. В наших учетах *I. ricinus* не встречался. Численность голодных взрослых *I. persulcatus* достигает высоких значений и колеблется по годам в пределах 20—57 особей на 1 км (средняя многолетняя — 37.5) (Кисленко и др., 2002), а их зараженность боррелиями изменяется в пределах 15.6—46.0 % (в среднем 28.4 %) (табл. 1).

По долинам рек, впадающих в Волгу, и по каналу им. Москвы *I. persulcatus* проникает из Верхневолжской низменности далеко на юг Московской возвышенности, особенно в ее восточной части. Стационар № III был заложен для изучения численности и зараженности боррелиями клеща *I. persulcatus* на южных границах его массового распространения в МО. Территория стационара представляет собой ярко выраженный экотон, расположенный на границе лесных и обширных лесолуговых участков с большим количеством злакового разнотравья на закустаренных лугах и опушках леса. Численность *I. persulcatus* примерно в 2.4 раза выше, чем на стационаре № I и достигает в период массовой активности в среднем 89 особей на 1 км при колебаниях по годам в пределах 44—125. Средние многолетние показатели экстенсивности заражения клещей здесь также выше — 41.7 и 28.4 % соответственно ( $p < 0.001$ ) (табл. 1).

Численность *I. ricinus* на северо-востоке области (стационар № II), так же как и численность *I. persulcatus* на соседних стационарах № I и III, достигает наибольших значений. Среднесезонная численность *I. ricinus* изменяется по годам в пределах 19—38 особей на 1 км (Кисленко и др., 2002). Зараженность этого вида боррелиями по средним многолетним значениям составляет 21.6 %, пределы годовых колебаний — 18.0—22.5 % (табл. 1). Такая зараженность лишь немного ниже зараженности *I. persulcatus* на северном стационаре № I, но почти в 2 раза (1.9) ниже по сравнению с зараженностью *I. persulcatus* на лесолуговом стационаре № III (21.6 и 41.7 % соответственно,  $p < 0.001$ ).

На юго-западной периферии МО (стационар № V) в отловах на протяжении 9 лет встречался только *I. ricinus*, численность которого составляла в среднем 8.2 и не выходила за пределы 6—12 особей на 1 км. Зараженность

Таблица 1

Изменение по годам доли зараженных переносчиков болезни Лайма на 3 стационарах Московской обл.

Table 1. Change of the ratio of infected vectors of Lyme disease by years in three stations of Moscow Region

Годы	Зараженность клещей боррелиями на стационарах, %			
	<i>I. ricinus</i>		<i>I. persulcatus</i>	
	Стационар № II	Стационар № V	Стационар № I	Стационар № III
1992	—	14.5	—	—
1993	—	10.9	—	—
1994	—	15.0	—	—
1995	—	23.3	—	—
1996	—	12.9	24.0	40.7
1997	—	19.8	15.6	50.8
1998	18.0	14.3	25.7	39.6
1999	21.8	—	20.3	—
2000	22.5	—	32.0	—
2001	21.4	25.0	35.5	—
2002	22.3	30.0	46.0	—
2007	21.9	—	—	36.4
Оценка средней и дисперсии	n = 6	n = 9	n = 7	n = 4
	m = 21.6 ± 0.8 %	m = 18.4 ± 2.1 %	m = 28.4 ± 3.9 %	m = 41.7 ± 3.1 %
	SD = 1.98	SD = 6.46	SD = 10.24	SD = 6.28
	CV = 9.1 %	CV = 35.1 %	CV = 36.1 %	CV = 15.1 %

Примечание. m — средняя зараженность, %; SD — стандартное отклонение; CV — коэффициент вариации.

клещей боррелиями здесь несколько ниже, чем на севере области и составляет в среднем 18.4 %, но отличия статистически не достоверны. В отдельные годы (2001) зараженность клещей здесь была даже несколько выше, чем на северном стационаре (табл. 1). Средняя зараженность *I. ricinus* на двух обследованных стационарах (№ II и V) составила 20.2 %. Южнее — в Приокско-Террасном заповеднике (стационар № VI) численность *I. ricinus* находилась на еще более низком уровне, оставаясь в пределах 3—4 особей на 1 км (Окулова и др., 2000). Средняя за 3 года зараженность клещей боррелиями составила здесь 15.9 %, а межгодовые колебания находились в пределах 15.2—22.2 %.

Многолетние данные по межсезонным изменениям численности клещей и их зараженности боррелиями, собранные Наумовым в Ногинском р-не (стационар № IV), остались, к сожалению, неопубликованными. Имеются только сведения о средней многолетней зараженности клещей, которая составила 13.0 и 14.9 % соответственно у *I. ricinus* и *I. persulcatus* (Арумова и др., 2002). Именно эти данные послужили в дальнейшем основанием для вывода об одинаковой зараженности 2 видов клещей боррелиями на территории МО (Masuzawa et al., 2005).

Специальной задачи по изучению численности и распределения клещей по всей МО никогда не ставилось. По данным органов санэпиднадзора,

клещи обоих видов крайне неравномерно распределены по территории области, а их численность в целом значительно ниже, чем на большинстве обследованных стационаров и фиксируется по среднесезонным показателям в пределах 0.5–10 особей на 1 км.

Сравнивая на большой и многолетней выборке зараженность *I. persulcatus* и *I. ricinus* на постоянных участках можно отметить, что доля первого вида с боррелиями в 1.6 раза превосходит долю зараженных клещей второго вида (32.6 и 20.2 %,  $p < 0.001$ ). Проводя подобное сравнение в отношении всех клещей, обследованных в МО ( $n_1 = 7136$ ,  $n_2 = 7461$ ), мы видим еще большую разницу, достигающую 2.4 раза (27.3 и 11.3 %,  $p < 0.001$ ). Подобные различия в МО отмечались и ранее. Так, по данным Арумовой и др. (2002), зараженность этих клещей составила соответственно 21.8 и 12.5 % (разница — 1.7 раза). В отдельные годы различия достигали еще больших значений. Так, в 2002 г. зараженность *I. persulcatus* составила 46 %, а *I. ricinus* оставалась в пределах, близких к средним многолетним значениям — 22.3 % (разница — 2.1 раза) (табл. 1). Более высокая экстенсивность заражения *I. persulcatus* наблюдалась и в 2007 г., когда она достигла 36.4 %, а у *I. ricinus* только 17.7 % (2-кратная разница) (Коротков и др., 2008). Наши данные согласуются с результатами исследования, проведенного в различных частях нозоареала БЛ (Ковалевский и др., 2002; Коренберг и др., 2002), в которых показано, что зараженность *I. persulcatus*, как правило, выше, чем в *I. ricinus*. В то же время при сравнении экстенсивности заражения этих клещей в различных биоценозах мы можем наблюдать либо отсутствие различий, либо даже большую зараженность *I. ricinus* (табл. 1). Так, в 1999 г. зараженность *I. ricinus* на востоке Московской провинции составила 21.8 %, а таежного клеща — 20.3 %. Несущественные различия (13.0 и 12.5 %) наблюдались здесь и ранее (Армова и др., 2002). На возможность их одинаковой зараженности указывают и данные Масузава (Masuzawa et al., 2005).

Наши наблюдения показали, что симпатрия переносчиков БЛ имеет на территории МО свои особенности. Несмотря на близкое соседство их популяций на севере области, нам крайне редко удавалось отлавливать одновременно оба вида клещей в значимой пропорции. На «рицинусных» и «персультатусных» участках, расположенных примерно на расстоянии 10–12 км друг от друга, встречаемость клещей другого вида не превышала 0.1 % (Кисленко и др., 2002). В таких условиях зараженность какого-либо вида клеща не может зависеть от наличия клеща другого вида, поскольку они практически не встречаются на одной и той же территории и не могут обмениваться боррелиями на прокормителях.

Сравнительная оценка как межсезонной динамики зараженности одного из двух видов клещей боррелиями, так и видовых различий в их зараженности, не претерпевает существенных технических трудностей. В этом случае не требуется особых усилий по группировке материала, а реалистичные оценки могут быть получены путем прямого сравнения наблюдаемых значений экстенсивности заражения по  $t$  и  $\chi^2$  критериям. Вместе с тем корректно решить вопрос об особенностях пространственного размещения зараженных клещей невозможно без привлечения методов планирования эксперимента и дисперсионного анализа. Это позволяет избежать ситуации, при которой абсолютная величина изучаемого параметра неизбежно смещается в сторону значений, полученных в местах, где произведена большая выборка клещей.

На первом этапе мы исследовали распределение зараженных *I. ricinus* по территории МО с помощью изолиний для неравномерно размещенных

объектов (Тойн, Ньюби, 1977). В ходе проведения данной работы нам не удалось выделить каких-либо значимых территориальных образований, различающихся по оцениваемому показателю, т. е. *I. ricinus* был заражен боррелиями примерно с одинаковой экстенсивностью в различных ландшафтных провинциях и в различных популяциях аллопатрических или симпатрических с популяциями *I. persulcatus*. Дисперсионный анализ зараженности *I. ricinus* (табл. 2) дал такие же результаты. Установлено, что несмотря на двукратные различия в абсолютной величине экстенсивности заражения *I. ricinus*, наблюдаемой в отдельных провинциях или частях этих провинций, зараженность в них не различается по строгому Scheffe-тесту (Боровиков и др., 1997). Хотя с помощью более мягкого HSD-теста (honestly significant difference) удается показать достоверно более высокую зараженность *I. ricinus* в Москворецко-Окской, на востоке Верхневолжской и Среднерусской провинций по сравнению с его зараженностью в остальных районах области. Таким образом, по результатам дисперсионного анализа выделяется всего 2 достоверно различающиеся территориальные группировки *I. ricinus* по его зараженности боррелиями. В 1-ю группу входят западная часть Верхневолжской, Московской и Среднерусской провинций, а также вся Мещера (табл. 2); во 2-ю группу — восточная часть Верхневолжской, Московской, Среднерусской провинций и вся Москворецко-Окская. Каждая из этих группировок размещается в отдельных частях ландшафтных провинций независимо от того, являются ли они местами обитания аллопатрических или симпатрических по отношению к *I. persulcatus* популяций. Зараженность *I. ricinus* боррелиями на большей части МО составляет  $13.6 \pm 1.5 \%$ , а на западе снижается до  $7.4 \pm 1.2 \%$ . Разница достигает почти двукратной величины (1.84 раза). Недостоверность различий в зараженности клещей из отдельных территориальных группировок, несмотря на значительный объем

Таблица 2

Дисперсионный анализ зараженности голодных взрослых *Ixodes ricinus* боррелиями в различных физико-географических провинциях Московской обл.

Table 2. Analysis of variance of the infection rates of borrelia in unfed adult *Ixodes ricinus* from different physico-geographic provinces of Moscow Region

№	Название провинции	Число точек	Число клещей	Доля положительных, % ( $m \pm SE$ )	Коэффициент вариации, %
1	Верхне-Волжская (восток)	5	2666	$11.8 \pm 3.5$	66.3
2	Верхне-Волжская (запад)	3	108	$6.4 \pm 1.3$	34.6
3	Московская	4	256	$14.2 \pm 6.1$	85.4
4	Смоленская	6	255	$8.1 \pm 2.2$	66.5
5	Средне-Русская (восток)	7	2479	$13.5 \pm 2.0$	39.4
6	Средне-Русская (запад)	6	141	$7.2 \pm 1.8$	68.6
7	Москворецко-Окская	7	826	$17.5 \pm 3.1$	46.4
8	Мещерская	3	14	$7.2 \pm 3.3$	80.9
	Сумма/среднее	41	6745	$11.3 \pm 1.2$	65.7

Достоверные различия по HSD:  $P_{2,7} = 0.03$ ,  $P_{4,7} = 0.02$ ,  $P_{6,7} = 0.01$ ,  $P_{8,7} = 0.04$

Недостоверные различия по HSD:  $P_{1,7} = 0.29$ ,  $P_{3,7} = 0.45$ ,  $P_{5,7} = 0.29$

По Scheffe-тесту все группы гомогенны

выборки и двукратную разницу в зараженности клещей, обусловлена высокой внутригрупповой изменчивостью. Коэффициент вариации показателя зараженности клещей в большинстве субтерриториальных группировок достигает 66–85 % (табл. 2) и значительно превосходит межгодовые вариации этого показателя, которые укладываются в пределы 18–22 % (табл. 1). Обращает на себя внимание более высокая зараженность *I. ricinus* в аллопатрической Москворецко-Окской популяции по сравнению с его зараженностью в симпатричной с *I. persulcatus* Верхневолжской популяции. Наши данные получены на материале обследования 14 597 клещей, что позволяет с большей достоверностью, чем это возможно было ранее, судить о роли симпатрии двух видов переносчиков БЛ в изменении эпидемиологической значимости каждого из этих видов. Становится очевидным, что *I. persulcatus* не играет роли вида-усилителя эпидемиологической значимости *I. ricinus*, как предполагалось ранее (Алексеев и др., 1993).

Зараженность *I. persulcatus* возбудителем БЛ распределена по МО еще более неравномерно, чем *I. ricinus*. Среднесезонный показатель экстенсивности заражения изменяется в широких пределах — от 4.8 % на западе области до 43.7 % на лесолуговых участках северной части области. В от-

Таблица 3

Дисперсионный анализ зараженности голодных взрослых *Ixodes persulcatus* боррелиями в различных районах и физико-географических провинциях Московской обл. по данным за 1996–2007 гг.

Table 3. Analysis of variance of the infection rates of borrelia in unfed adult *Ixodes persulcatus* from different administrative districts and physico-geographic provinces of Moscow Region in 1996–2007

Район, номер провинции, годы	Число клещей	Доля положительных, %	Групповые параметры зараженности
Талдомский р-н, № 1, 1990–2001	357	22.7 ± 2.2	$m_1 = 32.8 \pm 3.4$ SD = 10.7 CV = 32.6 %
Талдомский р-н, № 1, 1996–2001	2688	25.5 ± 0.8	
Талдомский р-н, № 1, 2002	44	52.3 ± 7.5	
Дмитровский р-н, № 3, 1990–2001	326	28.2 ± 2.5	
Дмитровский р-н, № 3, 1996–2001	2960	43.7 ± 0.9	
Дмитровский р-н, № 3, 2002	80	42.5 ± 5.5	
С.-Посадский р-н, № 3, 1990–2001	132	19.7 ± 3.5	
О.-Зуевский р-н, № 5, 1990–2001	109	33.3 ± 4.5	
Шатурский р-н, № 8, 1990–2001	55	23.6 ± 5.7	
Северные районы, № 1–3, 2007	122	36.4 ± 4.4	
Южные районы, № 4, 6, 9, 1990–2001	140	8.6 ± 2.4	$m_2 = 9.1 \pm 2.6$ SD = 4.6
Центральные районы, № 4, 5, 6, 1990–2001	36	13.9 ± 5.8	
Западные районы, № 4, 1990–2001	42	4.8 ± 3.3	CV = 50.5 % $m_3 = 27.3 \pm 3.9$ SD = 14.1 CV = 51.8 %
Вся Московская обл.	7091	—	

Примечание.  $m_1$  — средняя зараженность в северо-восточной группе районов,  $m_2$  — то же на юге и юго-западе области; SD — стандартное отклонение, CV — коэффициент вариации.



дельные годы (2002) зараженность клещей повышалась до 52.3 % (табл. 3). Дисперсионный анализ показал наличие двух гомогенных и резко различающихся по этому показателю территориальных группировок *I. persulcatus*. Первая объединяет лесные массивы на севере и востоке области, где этот вид выступает в качестве основного переносчика возбудителя БЛ. В эту группировку входят обследованные популяции в Клинском, Дмитровском, Талдомском, Сергиев-Посадском, Орехово-Зуевском и Шатурском районах, в которых средняя зараженность клещей составляет  $32.8 \pm 3.4$  %. В остальных районах, где *I. persulcatus* встречается значительно реже, экстенсивность заражения клещей оказывается ниже в 3.6 раза и составляет всего  $9.1 \pm 2.6$  %. Среди этих районов наименьшая зараженность ( $4.8 \pm 3.3$  %) отмечена в западных (Можайский, Рузский, Шаховской, Истринский, Одинцовский и Наро-Фоминский), где *I. persulcatus* практически не встречается. Таким образом, зараженность *I. persulcatus*, так же как и *I. ricinus*, оказывается стабильно выше в местах с повышенной численностью клещей.

Особенности распределения зараженных клещей обоих видов зависят, очевидно, от гигротермических условий лесных биотопов. Эти условия более благоприятны в умеренно гигрофильных участках на севере и северо-востоке области, а также в надпойменных террасах Москворецко-Окской провинции, занятых сосновыми и смешанными мезофильными лесами. На западе Смоленско-Московской возвышенности в ксерофильных широколиственных и смешанных лесах численность клещей и их зараженность боррелиями снижаются до минимума. Сходная картина наблюдается и в заболоченных лесах Мещеры. По-видимому, неблагоприятные гигротермические условия, такие как излишняя сухость или переувлажнение приводят к сходному результату — снижению численности клещей и их зараженности боррелиями.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Московской обл. циркулирует, по крайней мере, 2 геновида боррелий, патогенных для человека — это *B. afzelii* и *B. garinii*, доля которых среди всех установленных геновидов составляет 94 %. Акаротропность боррелий проявляется больше к *I. persulcatus*, чем к *I. ricinus*. Повышенная зараженность клещей обоих видов приурочена к местам повышенной численности переносчиков. Стабильно высокая численность клещей сосредоточена в биотопах благоприятных по гигротермическим условиям для их развития и прокормления. Повышенная численность преимагинальных фаз развития клещей в таких биотопах служит важной предпосылкой для более успешной циркуляции и обмена спорохот между нимфами и личинками при их совместном питании на мелких млекопитающих (Gern, Rais, 1996; Korenberg et al., 2001). При том что боррелии более акаротропны к *I. persulcatus*, они в различных биоценологических условиях могут встречаться чаще либо у одного, либо у другого вида, или, наконец, находится примерно в равном соотношении. В симпатричных популяциях *I. persulcatus* и *I. ricinus* зараженность боррелиями каждого вида из этих клещей обусловлена названными выше причинами, но не зависит от присутствия или отсутствия другого вида.

### Список литературы

- Алексеев А. Н., Арумова Е. А., Буренкова Л. А., Чунихин С. П. 1993. Об особенностях распространения возбудителя болезни Лайма и поведения зараженных им клещей рода *Ixodes*. *Паразитология*. 27 (6) : 389—397.
- Анненская Г. Н., Жучкова В. К., Калинина В. Р., Мамай И. И., Низовцев В. А., Хрусталева М. А., Цессельчук Ю. Н. 1997. Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск. 296 с.
- Арумова Е. В., Гутова В. П., Ершова А. С., Наумов Р. Л., Лексикова Л. В. 2002. Болезнь Лайма в Московской области. *РЭТ-инфо*. 41 (1) : 11—18.
- Боровиков В. П., Боровиков И. П. 1997. *Statistica* — статистический анализ и обработка данных в среде Windows. М.: Филин. 608 с.
- Буренкова Л. А. 2000. Сезонные изменения зараженности клещей *Ixodes ricinus* возбудителями клещевых боррелиозов на севере Калужской области. *Дезинфекционное дело*. 2 : 14—16.
- Буренкова Л. А. 2003. Антропогенное воздействие на природные очаги клещевых боррелиозов на севере Калужской области. В кн.: *Проблемы современной паразитологии*. Т. 1 (Матер. 3-го съезда паразитол. общ-ва при РАН). СПб. 1011—1012.
- Васильева И. С., Наумов Р. Л. 1996. Паразитарная система болезни Лайма, состояние вопроса. Сообщение 1. Возбудители и переносчики. *Ascarina*. 4 (1—2) : 53—75.
- Кисленко Г. С., Коротков Ю. С. 1999. Динамика зараженности таежного клеща возбудителем болезни Лайма в двух природных очагах Подмосковья. В сб.: *VII акарологическое совещание*. (Тез. докл.). СПб.: Зоол. ин-т РАН. 31 с.
- Кисленко Г. С., Коротков Ю. С. 2002. Лесной клещ *Ixodes ricinus* (Ixodidae) в очагах иксодовых клещевых боррелиозов северо-запада Подмосковья // *Паразитология*. 36 (6) : 447—456.
- Ковалевский Ю. В., Коренберг Э. И., Дауйотас С. В. 1990. Оценка различных способов приготовления витальных препаратов для выявления боррелий у иксодовых клещей. *Мед. паразитол.* 1 : 33—35.
- Ковалевский Ю. В., Коренберг Э. И., Горелова Н. Б. 2002. Многолетняя динамика эпизоотического процесса природных очагов иксодовых клещевых боррелиозов в горнотаежных лесах Среднего Урала. *Паразитология*. 28 (2) : 105—121.
- Коренберг Э. И. 1993. Боррелиозы. В кн.: *Руководство по эпидемиологии инфекционных болезней*. Т. 2. М.: Медицина. 382—392.
- Коренберг Э. И., Горелова Н. Б., Ковалевский Ю. В. 2002. Основные черты природной очаговости иксодовых клещевых боррелиозов в России. *Паразитология*. 36 (3) : 177—191.
- Коренберг Э. И., Крючечников В. Н., Деконенко Е. П., Щербаков С. В., Ананьина Ю. В. 1986. Серологическое выявление болезни Лайма в СССР. *Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 6 : 111—113.
- Коротков Ю. С., Буренкова Л. А., Каира А. И., Козловская Л. И., Пиванова Г. П., Рогова Ю. В., Романова Л. Ю., Соломай Т. В., Шевцова А. С., Казаров А. А., Карганова Г. Г. 2008. Обследование очагов болезни Лайма и клещевого энцефалита в северной части Московской области в 2007 г. *Вестн. Российской Военно-медицинской академии*. Приложение 2 (22) : 587.
- Лексинова Л. В., Наумов Р. Л., Гутова В. П., Ершова А. С. 2002. Болезнь Лайма в Московской области // *РЭТ-инфо*. 42 (2) : 19—22.
- Масузава Т., Наумов Р. Л., Кудекен М., Харитоненков И. Г. 2001. Обнаружение *Wolffia burgdorferi* s. s. в Московской области. *Россия. Мед. паразитол.* 2 : 52.
- Окулова Н. М., Майорова А. Д., Буренкова Л. А., Хитерман И. 2000. Эктопаразиты млекопитающих Приокско-Тerrasного заповедника. Роль кровососущих насекомых и клещей в лесных экосистемах России (Сб. науч. работ по матер. Респ. науч. конф.). Великий Новгород. 110—114.
- Рудникова Н. А., Карань Л. С., Кисленко Г. С., Буренкова Л. А., Коротков Ю. С., Платонов А. Е. 2004. Молекулярный анализ в изучении распространенности возбудителей ИКБ среди клещей *Ixodes persulcatus* и *I. ricinus* Московской области. *Генодиагностика инфекционных болезней*. Т. 2. М.: Медицина для всех. 185—187.
- Тойн П., Ньюби П. 1977. *Методы географических исследований*. Вып. 1. Пер. с англ. М.: Прогресс. 270 с.

- Gern L., Rais O. 1996. Efficient transmission of *Borrelia burgdorferi* between cofeeding *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae). *Journ. Med. Entomol.* 33 (1) : 1289–1292.
- Korenberg E. I., Kovalevskii Yu. V., Levin M. I., Shchyogoleva. 2001. The prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in *Ixodes persulcatus* and *I. ricinus* ticks in the zone of their sympatry. *Folia Parasitologica.* 48 : 63–68.
- Masuzawa T., Kharitononkov I. G., Kadosaka T., Hashimoto N., Kudaken M., Takada N., Kaneda K., Imai Y. 2005. Characterization of *Borrelia burgdorferi sensu lato* isolated in Moscow province — a sympatric region for *Ixodes ricinus* and *Ixodes persulcatus*. *International Journ. of Medical Microbiology.* 294 : 455–464.

SPATIAL AND TEMPORAL VARIABILITY OF IXODES RICINUS  
AND IXODES PERSULCATUS INFECTION WITH THE LYME  
DISEASE AGENT IN MOSCOW REGION

Yu. S. Korotkov, G. S. Kislenko, L. A. Burenkova, N. A. Rudnikova, L. S. Karan

*Key words:* *Borrelia*, Moscow Region, *Ixodes persulcatus*, *Ixodes ricinus*.

SUMMARY

Analysis of long-term data on the infection rates of the taxonomic complex *Borrelia burgdorferi* s. l. in *Ixodes persulcatus* and *I. ricinus* from Moscow Region is carried out. More than 14 000 tick specimens were examined by dark-field microscopy and 704 specimens were investigated by PCR. Two borrelia genospecies, *B. afzelii* (6.3 %) and *B. garinii* (20 %) proved the most prevalent. The genospecies could form a mixtinfestation (11 %). *Borrelia miyamotoi*, *B. valaistana*, and *B. burgdorferi* s. s. were also found in the studied territory, with the total ratio lesser than 6 %. Acarotropism of *Borrelia* proved 2.4 times higher with respect to *I. persulcatus*, than to *I. ricinus*. Average long-term infection rates of these tick species were 27.3 and 11.3 % respectively. Spatial variability of the infection rate in ticks significantly exceeds interannual fluctuations with the variation coefficients 66 and 26 % respectively.