

# Детекция и типирование боррелий в Тульской области. Сообщение 2. Клещи, собранные в природных биотопах

Т.В.Козлова<sup>1</sup>, И.Г.Говорунов<sup>2</sup>, Т.В.Решетняк<sup>2</sup>, И.Ю.Щит<sup>2</sup>, С.Ф.Бикетов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области», Тула, Российской Федерации;

<sup>2</sup>ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, Оболенск, Московская обл., Российская Федерация

В данном исследовании проанализированы материалы сбора клещей лесного *Ixodes ricinus*, лугового *Dermacentor reticulatus* в природных биотопах Тульской области и их инфицированность возбудителями иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ) за период с 2010 по 2020 г. Наибольшее количество клещей *I. ricinus* собрано в Алексинском, Ленинском и Суворовском районах, расположенных в лесной зоне области. Инфицированность клещей бактериями варьировала и по районам, и по годам в среднем от 5,38 до 36,95%. Всего исследовано на наличие возбудителей ИКБ 75,5% экземпляров клещей от общего количества, собранных в этот период (4736 из 6272 экземпляров). По результатам исследования собранных образцов *I. ricinus* ДНК бактерий рода *Borrelia* обнаружена в 754 пробах. Типировано 213 проб. В 188 (88,26%) пробах выявлена ДНК бактерии *B. afzelii*, в 25 пробах (11,74%) – ДНК бактерии *B. garinii* 20047T. Доминирующий в области геновид *B. afzelii* преобладал в природных биотопах западной и центральной части лесной зоны (Белёвский, Суворовский, Ленинский районы). В северо-западной части лесной зоны (Алексинский район) и юго-восточной части лесостепной зоны (Ефремовский район) инфицированность клещей геновидами *B. afzelii* и *B. garinii* была одинаковой. В Венёвском районе инфицированных клещей не обнаружено.

При исследовании 3297 образцов клещей *D. reticulatus* ДНК бактерий рода *Borrelia* обнаружена в одной пробе в лесной зоне в Белёвском районе.

Полученные в ходе анализа данные подтверждают необходимость комплексного молекулярно-биологического мониторинга зараженности популяций клещей *I. ricinus* в природных очагах иксодовых клещевых боррелиозов Тульской области как определяющего фактора при расчете эпидемиологических рисков. Важно проводить информирование населения о рисках последствий присасывания клещей и мерах профилактики болезни Лайма (боррелиоза).

**Ключевые слова:** клещи *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia garinii*, Тульская область

**Для цитирования:** Козлова Т.В., Говорунов И.Г., Решетняк Т.В., Щит И.Ю., Бикетов С.Ф. Детекция и типирование боррелий в Тульской области. Сообщение 2. Клещи, собранные в природных биотопах. Бактериология. 2025; 10(4): 41–46. DOI: 10.20953/2500-1027-2025-4-41-46

## Detection and typing of borrelia in the Tula region. Report 2: ticks collected in natural biotopes

T.V.Kozlova<sup>1</sup>, I.G.Govorunov<sup>2</sup>, T.V.Reshetnyak<sup>2</sup>, I.Yu.Shchit<sup>2</sup>, S.F.Biketov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in the Tula Region, Tula, Russian Federation;

<sup>2</sup>State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор, Obolensk, Moscow region, Russian Federation

This study analyzed the collection of forest ticks *Ixodes ricinus* and meadow ticks *Dermacentor reticulatus* in natural biotopes of the Tula region and their infection with tick-borne borreliosis pathogens from 2010 to 2020. The largest number of *I. ricinus* ticks were collected in Aleksinsky, Leninsky, and Suvorovsky districts located in the forest zone of the region. Tick infection rates with bacteria varied both by district and year, averaging between 5.38% and 36.95%. A total of 75.5% (4736 out of 6272) of collected ticks were tested for tick-borne borreliosis pathogens.

DNA of *Borrelia* bacteria was detected in 754 samples of *I. ricinus*. Of these, 213 were typed. DNA of *B. afzelii* was identified in 188 samples (88.26%), and DNA of *B. garinii* 20047T was found in 25 samples (11.74%). The dominant genospecies *B. afzelii* prevailed in the western and central parts of the forest zone (Belevsky, Suvorovsky, Leninsky districts). In the northwestern part of the forest zone (Aleksinsky district) and the southeastern part of the forest-steppe zone (Efremovsky district), infection rates with genospecies *B. afzelii* and *B. garinii* were equal. No infected ticks were found in Venevsky district.

### Для корреспонденции:

Говорунов Игорь Геннадиевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела информационных технологий ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Адрес: 142279, Московская обл., г.о. Серпухов, п. Оболенск,

ТERRITORIYA «Kvartal A», 24

Телефон: (4967) 36-0046

ORCID: 0000-0002-6366-1223

Статья поступила 31.05.2025, принята к печати 25.12.2025

### For correspondence:

Igor G. Govorunov, PhD in Biological Sciences, Leading Researcher, Information Technology Department, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rosпотребнадзор

Address: 24 "Quarter A" Territory, Obolensk, City District Serpukhov, Moscow Region, 142279, Russian Federation

Phone: (4967) 36-0046

ORCID: 0000-0002-6366-1223

The article was received 31.05.2025, accepted for publication 25.12.2025

Analysis of 3297 samples of *D. reticulatus* revealed *Borrelia* DNA in only one sample from the forest zone in Belevsky district. The data obtained confirm the necessity of comprehensive molecular-biological monitoring of the infection rates of *I. ricinus* tick populations in natural foci of tick-borne borreliosis in the Tula region as a determining factor for calculating epidemiological risks. It is important to inform the population about the risks associated with tick bites and preventive measures against Lyme disease (borreliosis).

**Key words:** ticks *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, *Borrelia afzelii*, *Borrelia garinii*, Tula region

**For citation:** Kozlova T.V., Govorunov I.G., Reshetnyak T.V., Shchit I.Yu., Biketov S.F. Detection and typing of borrelia in the Tula region. Report 2: ticks collected in natural biotopes. Bacteriology. 2025; 10(4): 41–46. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2025-4-41-46

**Б**оррелии группы иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ) экологически и коэволюционно наиболее тесно связаны с ограниченной группой видов иксодовых клещей богатого по видовому составу и чрезвычайно широко распространенного рода *Ixodes*, а точнее его подрода *Ixodes sensu stricto*. Акарологи признают близость происхождения 14–15 видов клещей, образующих этот комплекс, и его естественный характер. Среди этих видов – все основные переносчики *Borrelia burgdorferi sensu lato*, с которыми связано не только широкое распространение ИКБ в северном полушарии, но и палеогенез этих спирохет. В пределах России находится значительная или даже большая часть мирового ареала ИКБ. Его границы и основные черты распределения природных очагов в Евразии, как и при клещевых энцефалитах, определяются границами распространения и размещения основных переносчиков боррелий этой группы клещей – *I. persulcatus* и *I. ricinus*.

Этиологию и эпидемиологию ИКБ в нашей стране определяют возбудители *B. garinii* и *B. afzelii*. В России, да и на большей части Евразии, практически везде, где существуют ИКБ, *B. garinii* и *B. afzelii* циркулируют совместно и имеют общих резервуарных хозяев и переносчиков [1].

Территория Тульской области расположена в северо-восточной части Среднерусской возвышенности (52°57'–54°49'N, 35°57'–38°56'E), на границе хвойно-широколиственных, широколиственных лесов и лесостепи. Имеет в своем составе шесть ботанико-географических районов (БГР), отличающихся друг от друга по ряду признаков: Приокский (I), Засечный (II), Северный лесной (III), Центральный лесостепной (IV), Юго-восточный лесостепной (V), Верхнедонской антропогенный (VI) [2, 3]. Все современные ландшафты Тульской области несут на себе следы длительного антропогенного воздействия с коренной трансформацией ландшафтов региона и его растительного покрова [4].

По своему местонахождению область относится к западной части нозоареала очагов ИКБ [5]. Основным переносчиком и долговременным хранителем боррелий в природных очагах, а также источником возбудителей ИКБ для человека на данной очаговой территории является клещ *I. ricinus* [1].

В силу ландшафтных особенностей Тульской области [6], доминирующими, с высокими показателями обилия (86 экземпляров/флаго-км) и практически повсеместно, особенно в лесной зоне, является луговой клещ *Dermacentor reticulatus* [7]. Численность европейского лесного клеща значительно ниже и подвержена существенным колебаниям в зависимости от территориального расположения биотопа [8]. В период проводимых исследований размах колебаний среднемноголетних показателей (СМП) индексов обилия (ИО) составлял от единичных в широколиственных лесах

восточной части Засечного БГР до 221 экземпляров/флаго-км в наиболее благоприятных для обитания клещей природных биотопах смешанных лесов северо-западной части Приокского БГР, а также в части территории лесостепной зоны, особенно на юго-востоке области [9]. Непрерывно продолжающийся процесс изменения численности, обусловленный синергическим воздействием на популяции клещей *I. ricinus* потепления климата, интенсификацией естественных и антропогенных сукцессий в лесах области [10, 11], способствовал смещению границ ареала в южном направлении, усилению интенсивности циркуляции возбудителей клещевых инфекций и осложнению эпидемиологической ситуации по ИКБ, особенно на территориях с высоким индексом доминирования данного вида клеща. На фоне роста обращений населения за медицинской помощью по факту присасывания клещей [9, 12] в Тульской области выявлена выраженная статистически значимая тенденция роста заболеваемости ИКБ ( $T_{np} = 9,34\%$ ) [13].

Проведенный ранее анализ инфицированности иксодовых клещей, снятых с людей, возбудителями ИКБ в Тульской области в период 2010–2016 гг. выявил проблемные районы области. В неблагополучных районах была исследована динамика присасываний клещей, а также видовой состав возбудителей [12]. Для полноты оценки эпидемиолого-эпизоотологической ситуации представляет интерес оценка этих показателей относительно клещей, обнаруженных в природных биотопах этого региона.

В связи с этим в цели данной работы входило исследование клещей *I. ricinus* и *D. reticulatus* по районам области, определение уровней их инфицированности возбудителями ИКБ, а также установление видовой принадлежности возбудителей и их нозоареала в пределах области.

## Материалы и методы

Изучение циркуляции возбудителей ИКБ проводилось в популяциях клещей *I. ricinus* и *D. reticulatus* с 2010 по 2020 г. в период многолетнего подъема численности пастищных клещей [9–11, 13]. Сбор клещей для исследования осуществлялся в рамках эпизоотологического мониторинга в лесной и лесостепной зонах области сотрудниками ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области» в весенний сезон их активности, в закустаренных лесолуговых участках с растительности на флаг [14].

Клещей собирали в местах совместного их обитания. В лесной зоне на стационарах и в процессе планового обследования территорий очагов на пунктах многолетних наблюдений (ПМН), расположенных в пределах смешанных лесов Приокского, широколиственных лесов центральной, восточ-

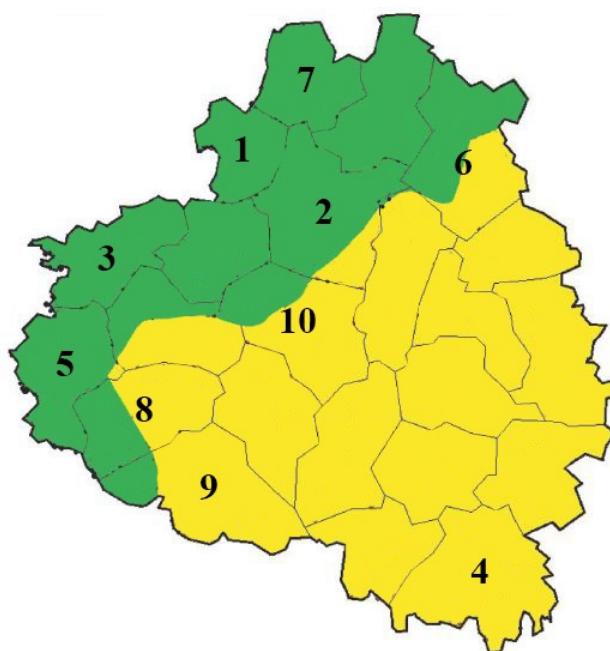


Рис. 1. География районов сбора клещей в Тульской области. Районы указаны цифрами: 1 – Алексинский – ПМН, 2 – Ленинский – стационар, 3 – Суворовский – стационар, 4 – Ефремовский – ПМН, 5 – Белёвский – ПМН, 6 – Венёвский – стационар, 7 – Заокский – разовые учеты, 8 – Арсеньевский, 9 – Чернинский, 10 – Щёкинский. Зеленый цвет – лесная зона Тульской области, желтый – лесостепная.

Fig. 1. Geography of tick collection areas in the Tula region. The areas are indicated by numbers: 1 – Aleksinsky – PMN, 2 – Leninsky – stationary, 3 – Suvorovsky – stationary, 4 – Efremovsky – PMN, 5 – Belevsky – PMN, 6 – Venevsky – stationary, 7 – Zaoksky – one-time counts, 8 – Arsenyevsky, 9 – Chernsky, 10 – Shchekinsky. Green – forest zone of the Tula region, yellow – forest-steppe.

ной части Засечного БГР (рис. 1, участки 1–7), а также в лесостепной зоне на ПМН в юго-восточной части Юго-Восточного БГР в лесопарковой зоне г. Ефремова (рис. 1, участок 4).

Дополнительные сборы клещей *D. reticulatus* проводились в лесной зоне в процессе планового обследования очагов (разовые учеты), расположенных в западной и центральной части Засечного БГР (рис. 1, участки 8–10).

Для анализа инфицированности клещей *I. ricinus* были использованы данные ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» и лаборатории природно-очаговых и особо опасных инфекций (ПОиООИ) ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области». Клещей исследовали методом полимеразной цепной реакции в реальном времени. Для выявления возбудителей ИКБ в лаборатории ПОиООИ использовали набор реагентов «АмплиСенс® ТВЕВ, *B. burgdorferi* s.l., *A. phagocytophilum*, *E.chaffeensis/E.muris*-FL» производства ФБУН «Центральный НИИ эпидемиологии» Роспотребнадзора. Выделение нуклеиновых кислот проводили, используя набор реагентов «Рибо-преп» того же производителя [9]. Идентификация и типирование возбудителей в клещах осуществлялись сотрудниками ФБУН ГНЦ ПМБ с использованием праймеров и TaqMan-зонда, гомологичных фрагменту гена 23S рrНК *B. burgdorferi* [12]. Статистическая обработка результатов и их визуализация проводилась с помощью программного обеспечения MS Excel 2021.

## Результаты исследования и их обсуждение

Циркуляция возбудителей ИКБ и геновидовой состав боррелий изучались в популяциях клещей *I. ricinus* и *D. reticulatus* лесной и юго-востока лесостепной зоны Тульской области, в основном в местах их совместного обитания, но с разными СМП ИО и индекса доминирования (ИД). В лесной зоне минимальный СМП ИО *I. ricinus* на период исследований был отмечен в широколиственных лесах восточной части Засечного БГР – 1 (Венёвский район), максимальный – в смешанных лесах северо-западной части Приокского БГР – 221, ИД – 94% (Алексинский район). В структуре популяций клещей восточной части Приокского БГР (Суворовский район) и центральной части Засечного БГР (Ленинский район) преобладал *D. reticulatus*, ИД которого составлял 93 и 95% соответственно [9]. Учитывая, что боррелии группы ИКБ экологически и коэволюционно наиболее тесно связаны с иксодовыми клещами рода *Ixodes* [1], предпочтение в области исследований отдавалось клещам *I. ricinus*, имеющим основное эпидемическое значение на данной очаговой территории [8, 9, 15]. Всего исследовано на наличие возбудителей ИКБ 75,5% экземпляров клещей от общего количества, собранных в этот период (6272 экземпляра).

Массовое исследование клещей *D. reticulatus* проводилось на базе ФБУН ГНЦ ПМБ в период с 2010 по 2013 г. Исследовано 14% от общего количества собранных в эти годы клещей (20 449 экземпляров), в последующие годы на базе лаборатории ПОиООИ – 1% от 33 500 экземпляров.

Суммарное количество клещей *I. ricinus* и *D. reticulatus*, собранных для исследования в районах Тульской области, представлено соответственно в табл. 1, 2.

Анализ динамики инфицированности клещей *I. ricinus* возбудителями ИКБ проводился в период с 2012 по 2020 г. в трех районах лесной зоны области: Алексинском, Суворовском,

Таблица 1. Данные о количестве собранных для исследования клещей *I. ricinus* по районам Тульской области в период 2010–2020 гг.

Table 1. Data on the number of collected *I. ricinus* ticks, by districts of the Tula region in the period 2010–2020

Район / District	Количество собранных клещей / Number of ticks collected	% от общего числа по Тульской области / % of the total number in the Tula region
Алексинский (ПМН) / Aleksinsky (LTOP)*	1837	38,79%
Ленинский (стационар) / Leninsk (stationary point)	1232	26,01%
Суворовский (стационар) / Suvorovsk (stationary point)	973	20,54%
Ефремовский (ПМН) / Efremovsk (LTOP)	414	8,74%
Белёвский (ПМН) / Belevsk (LTOP)	156	3,29%
Заокский (ПМН) / Zaoksk (LTOP)	109	2,30%
Венёвский (стационар) / Venevsky (stationary point)	15	0,32%
Итого / Total	4736	100%

\*ПМН – точка долговременного наблюдения. / LTOP – long-term observation point.

**Таблица 2. Данные о количестве собранных для исследования клещей *D. reticulatus* по районам Тульской области в период 2010–2020 гг.**

**Table 2. Data on the number of collected *D. reticulatus* ticks, by districts of the Tula region in the period 2010–2012**

Район / District	Количество собранных клещей / Number of ticks collected	% от общего числа по Тульской области / % of the total number in the Tula region
Венёвский (стационар) / Venevsky (stationary point)	1748	53,02%
Ленинский (стационар) / Leninsk (stationary point)	733	22,23%
Суворовский (стационар) / Suvorovsk (stationary point)	408	12,37%
Арсеньевский (разовый учет) / Arsenievsky (one-time accounting)	100	3,03%
Чернский (разовый учет) / Chernsky (one-time accounting)	90	2,73%
Заокский (ПМН) / Zaoksk (LTOP)	74	2,25%
Алексинский (ПМН) / Aleksinsky (LTOP)*	59	1,79%
Щёкинский (ПМН) / Shchekinsky (LTOP)	34	1,03%
Белёвский (ПМН) / Belevsk (LTOP)	24	0,73%
Ефремовский (ПМН) / Efremovsk (LTOP)	27	0,82%
Итого / Total	3297	100%

\*ПМН – точка долговременного наблюдения. / LTOP – long-term observation point.

Ленинском, расположенных в северо-западной, восточной части Приокского и центральной части Засечного БГР, – районах с наибольшей полнотой сбора (85,35%). В данном интервале исследований количество клещей в пule составляло 1–2 клеща, за исключением Алексинского района в 2012 г., когда клещи исследовались пулами по 5 экземпляров. Динамика инфицированности клещей представлена на рис. 2.

Представленные данные свидетельствуют о том, что в смешанных лесах северо-западной части Приокского БГР (Алексинский район) в популяциях клещей с высокими ИО и ИД клещей *I. ricinus* отмечается стабильно высокая инфицированность клещей возбудителями ИКБ – 26%, с незначительными колебаниями вокруг линии тренда. В популяциях клещей *I. ricinus* восточной части Приокского БГР (Суворовский район) и центральной части Засечного БГР (Ленинский район) идет процесс накопления инфекционного начала с

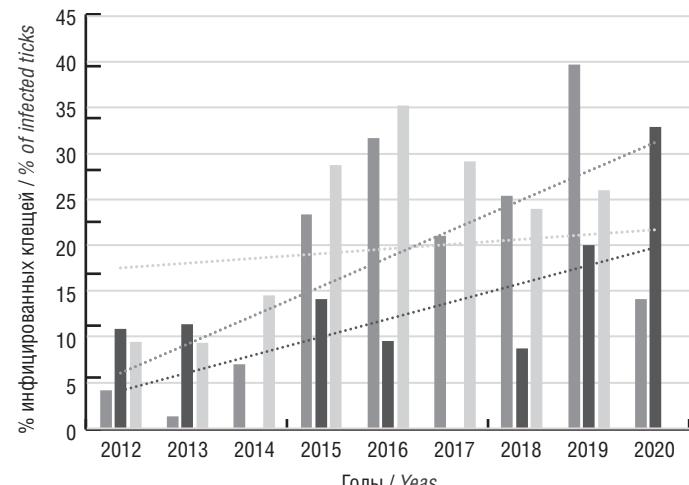
тенденцией к увеличению от 2012 до 2020 г. по Ленинскому (2,6–39,7%) и Суворовскому районам (1,0–32,9%).

На юго-востоке лесостепной зоны при нерегулярном (с перерывами в 2014, 2015, 2016 гг.) исследовании клещей в популяции с высоким ИД *I. ricinus* (94%) отмечена четкая тенденция увеличения их инфицированности возбудителями ИКБ – с 12% (2010–2013 гг.) до 36% (2017–2019 гг.). Возможно, инфицированность в период 2010–2013 гг. была несколько выше, так как исследовались пулы по 4–5 экземпляров клещей.

На основании вышесказанного, выявленная выраженная статистически значимая тенденция роста заболеваемости на протяжении периода 2010–2021 гг. в Тульской области ( $T_{\text{пр.}} = 9,34\%$ ) [16] развивалась на фоне стабильно высокой инфицированности возбудителями ИКБ клещей *I. ricinus* в популяциях с высоким индексом доминирования лесного европейского клеща в смешанных лесах лесной зоны и повсеместном нарастании зараженности клещей этого вида на других территориях области.

При исследовании клещей *D. reticulatus* ДНК бактерий рода *Borrelia* обнаружена в 2015 г. в 1 пробе в лесной зоне в Белёвском районе, входящем в состав Приокского БГР. Постепенно накапливаются данные о выявлении возбудителей ИКБ в клещах данного вида [7, 9, 12].

Таким образом, в Тульской области основным переносчиком в природных очагах ИКБ, а также источником этих возбудителей для человека является лесной европейский клещ.



**Рис. 2. Динамика инфицированности клещей *I. ricinus*, собранных в природных биотопах районов Тульской области: ■ – Ленинский, ▨ – Суворовский, ▨ – Алексинский. Пунктиром показаны соответствующие линии тренда.**

**Fig. 2. Dynamics of infection of *I. ricinus* ticks collected in natural biotopes of the Tula region: ■ – Leninsky, ▨ – Suvorovsky, ▨ – Aleksinsky. The corresponding trend lines are shown as dotted lines.**

**Таблица 3. Типирование ДНК из инфицированных образцов клещей по районам Тульской области**

**Table 3. DNA typing of infected tick samples by district in the Tula region**

Результат типирования / Typing result	Районы Тульской области / Districts of the Tula region					ВСЕГО / TOTAL
	Алексинский / Aleksinsky	Ленинский / Leninsky	Суворовский / Suvorovsky	Ефремовский / Efremovsky	Белёвский / Belevsky	
<i>B. afzelii</i>	18 (64,29%)	84 (98,82%)	68 (98,55%)	13 (50,00%)	5 (100,00%)	188 (88,26%)
<i>B. garinii</i> 20047T	10 (35,71%)	1 (1,18%)	1 (1,45%)	13 (50,00%)	0	25 (11,74%)
Всего / Total	28 (100%)	85 (100%)	69 (100%)	26 (100%)	5 (100%)	213 (100%)

Роль луговых клещей *D. reticulatus* в распространении боррелий до настоящего времени до конца не изучена [17].

Изучение геновидового состава боррелий, циркулирующих в природных очагах ИКБ области, показало наличие двух геновидов патогенных боррелий (*B. afzelii* и *B. garinii*). У геновида *B. garinii* индицирована генетическая подгруппа 2047Т.

Результаты типирования инфицированных образцов за все годы исследований приведены в табл. 3.

Из представленных в табл. 3 данных следует, что доминирующим и повсеместно распространенным геновидом является *B. afzelii*. Этот факт находит подтверждение в том, что в области официально регистрируют боррелиозы преимущественно в эритемной форме [9]. Однако в пределах области выявлено существование популяций клещей с разным соотношением в них выявленных геновидов патогенных боррелий. В лесной зоне популяции клещей с преобладанием в них до 99% *B. afzelii* обнаружены в восточной части Приокского (Суворовский район) и центральной части Засечного БГР (Ленинский район). В то же время в популяциях клещей, расположенных в диаметрально противоположных частях области, но с высоким ИД *I. ricinus* (94%) – северо-западная часть лесной зоны – Приокский БГР (Алексинский район) и юго-восточная часть Юго-Восточного БГР лесостепной зоны (лесопарк г. Ефремова), соотношение геновидов *B. afzelii* и *B. garinii* практически одинаково. Интересно отметить, что в 2019 г. в каждом из двух проб клещей *I. ricinus* из Ефремовского района была индицирована ДНК *B. afzelii* и *B. garinii* 20047Т.

Полученные результаты совпадают с ранее опубликованными данными по детекции и типированию боррелий в клещах, снятых с людей Тульской области [12] и свидетельствуют о сложности этиологической структуры сочетанных природных очагов ИКБ, а также о потенциальной возможности заражения людей, посещающих подобные очаги, возбудителем одного или одновременно несколькими из циркулирующих здесь геновариантов [1]. Учитывая, что в области официально регистрируют боррелиозы с патогномоничным симптомом этого заболевания – мигрирующая эритема [16], а геновид *B. garinii* обуславливает преимущественно поражение нервной системы (до 40%) при формировании безэритемных форм ИКБ [5], то, вероятно, в настоящее время в области имеет место гиподиагностика ИКБ [9].

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

- в западной части нозоареала очагов ИКБ (52°57'–54°49'N, 35°57'–38°56'E) основным переносчиком и источником возбудителей ИКБ для человека является лесной европейский клещ;
- в природных очагах ИКБ подтверждена циркуляция патогенных боррелий двух геновидов – *B. afzelii* и *B. garinii* [12]. У геновида *B. garinii* индицирована генетическая подгруппа 2047Т. Отмечается более частая встречаемость *B. afzelii* по сравнению с *B. garinii*, что обуславливает регистрацию преимущественно эритемных форм боррелиоза у людей;

- на территории Тульской области – территории с переходным ландшафтом в природных очагах ИКБ – определены уровни инфицированности возбудителями ИКБ в популяциях клещей *I. ricinus* с различными показателями ИД и ИО;

- наибольшую эпидемиологическую опасность представляют территории, заселенные популяциями лесного европейского клеща с высокими показателями ИД и ИО;

- изучение геновидового разнообразия боррелий в переносчиках важно для выявления экологических особенностей различных видов боррелий и степени эпидемической опасности природных очагов ИКБ [17].

### **Информация о финансировании**

*Работа выполнена в рамках государственного задания НИОКР 1.1.17.*

### **Financial support**

*The work was carried out within the framework of the state R&D assignment 1.1.17.*

### **Конфликт интересов**

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.*

### **Conflict of interest**

*Authors declare no conflict of interest requiring disclosure in this article.*

### **Благодарности**

*Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории природно-очаговых и особо опасных инфекций ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области», проводившим полевые и лабораторные исследования под руководством к.м.н., заведующей лаборатории Игнатьковой А.С., Дорофееву Э.М., Шибанову А.В., Смольяниновой О.Л., Кузнецовой О.А., Смирновой Н.А.*

### **Acknowledgments**

*The authors express their gratitude to the staff of the Laboratory of Natural Focal and Particularly Dangerous Infections of the Federal Budgetary Institution of Health "Center for Hygiene and Epidemiology in the Tula Region," who conducted field and laboratory research under the supervision of A.S.Ignatykova, PhD, Head of the Laboratory; E.M.Dorofeev, A.V.Shibanov, O.L.Smolyaninova, O.A.Kuznetsova, and N.A.Smirnova.*

### **Литература / References**

1. Коренберг ЭИ, Помелова ВГ, Осин НС. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. М.: Наука, 2013. / Korenberg EI, Pomeleva VG, Osin NS. Prirodnno-ochagovye infektsii, peredayushchiesya iksodovymi kleshchami. M.: Nauka Publ., 2013. (In Russian).
2. Волкова ЕМ, Швец ОВ. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Флора и фауна Тульской области». Учебное пособие. Тула, 2021. / Volkova EM, Shvets OV. Metodicheskie ukazaniya k prakticheskim zanyatiyam po distsipline «Flora i fauna Tul'skoi oblasti». Uchebnoe posobie. Tula, 2021. (In Russian).
3. Волкова ЕМ. Методическое пособие для лабораторно-практических работ по курсу «Биогеография». Часть 1. Ботаническая география. Тула, 2006. / Volkova EM. Metodicheskoe posobie dlya laboratorno-prakticheskikh rabot po kursu «Biogeografiya». Chast' 1. Botanicheskaya geografiya. Tula, 2006. (In Russian).
4. Шереметьева ИС, Хорун ЛВ, Щербаков АВ. Конспект флоры сосудистых растений Тульской области. Тула, 2008. / Sheremet'eva IS, Khorun LV, Scherbakov AV. Konspekt flory sosudistykh rastenii Tul'skoi oblasti. Tula, 2008. (In Russian).
5. Рудакова СА, Теслова ОЕ, Муталинова НЕ, Кузьменко ЮФ, Штрек СВ, Пеньевская НА, и др. Молекулярно-генетический надзор на основе индикации и идентификации боррелий в иксодовых клещах. Фундаментальная и клини-

- ческая медицина. 2023;8(1):63-70. DOI: 10.23946/2500-0764-2023-8-1-63-70 / Rudakova SA, Teslova OE, Mutalinova NE, Kuzmenko YuF, Strek SV, Penyevskaya NA, et al. Molecular genetic surveillance based on the identification of borrelia in ixodid ticks. Fundamental and Clinical Medicine. 2023;8(1):63-70. DOI: 10.23946/2500-0764-2023-8-1-63-70 (In Russian).
6. Платонов АЕ, Толпин ВА, Дубянский ВМ, Уваров ИА, Титков АВ, Колясникова НМ, и др. Связь климатических и экологических условий с заболеваемостью природно-очаговыми инфекциями: взгляд из космоса. Актуальные вопросы изучения особо опасных и природно-очаговых болезней. Ростов-на-Дону, 2019;227-236. /Platonov AE, Tolpin VA, Dubyansky VM, Uvarov IA, Titkov AV, Kolyasnikova NM, et al. Svyaz' klimaticheskikh i ekologicheskikh uslovii s zabolеваemost'yu prirodno-ochagovymi infektsiyami: vzglyad iz kosmosa. Aktual'nue voprosy izucheniya osobu opasnykh i prirodno-ochagovykh boleznei. Rostov-na-Donu, 2019;227-236. (In Russian).
7. Козлова ТВ, Игнатькова АС, Дорофеев ЭМ, Попов ВП, Орлов ДС. Распространение, численность и эпизоотологическое значение клеща *Dermacentor reticulatus* на территории Тульской области. Проблемы особо опасных инфекций. 2016;4:20-24. / Kozlova TV, Ignat'kova AS, Dorofeev EM, Popov VP, Orlov DS. Dissemination, abundance rates and epizootiological significance of the tick *Dermacentor reticulatus* in the territory of the Tula region. Problems of Particularly Dangerous Infections. 2016;4:20-24. DOI: 10.21055/0370-1069-2016-4-20-24 (In Russian).
8. Козлова ТВ, Дорофеев ЭМ, Смольянинова ОЛ, Попов ВП. Распространение, численность и эпидемиологическое значение клеща *Ixodes ricinus* на территории Тульской области. Проблемы особо опасных инфекций. 2014;2:58-61. / Kozlova TV, Dorofeev EM, Smol'yaninova OL, Popov VP. Distribution, abundance, and epidemiological significance of *Ixodes ricinus* ticks in the territory of the Tula region. Problems of Particularly Dangerous Infections. 2014;2:58-61. (In Russian).
9. Хохлакина ИА, Игнатькова АС, Козлова ТВ, Чеканова ТА. Эпидемиолого-эпизоотологическая ситуация по инфекциям, передающимся клещами, на территории Тульской области. Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2024;14(4):17-25. DOI: 10.18565/epidem.2024.14.4.17-25. 4.17-25 / Khokhlachkina IA, Ignat'kova AS, Kozlova TV, Chekanova TA. Epidemiological and epizootological situation of tick-borne infections in the Tula region. Epidemiology and Infectious Diseases. Current Items. 2024;14(4):17-25. DOI: 10.18565/epidem.2024.14.4.17-25 (In Russian).
10. Коротков ЮС, Козлова ТВ. Причины колебаний численности лесного клеща *Ixodes ricinus*, наблюдавшихся в Тульской области на протяжении 37 лет. Труды Института полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П.Чумакова РАМН. Медицинская вирусология. 2015;29(2):54-64. / Korotkov YuS, Kozlova TV. The causes of *Ixodes ricinus* population fluctuations observed in the Tula region over 37 years. Trudy Instituta poliomielita i virusnykh entsefalistov im. M.P.Chumakova RAMN. Meditsinskaya virusologiya. 2015;29(2):54-64. (In Russian).
11. Korotkov Y, Kozlova T, Kozlovskaya L. Observations on changes in abundance of questing *Ixodes ricinus*, castor bean tick, over a 35-year period in the eastern part of its range (Russia, Tula Region). Med Vet Entomol. 2015;29(2):129-36. DOI: 10.1111/mve.2101
12. Решетняк ТВ, Щит ИЮ, Бикетов СФ, Говорунов ИГ, Козлова ТВ, Фольмер АВ. Детекция и типирование боррелий в Тульской области. Сообщение 1. Клещи, снятые с людей. Бактериология. 2023;8(2):27-33. DOI: 10.20953/2500-1027-2023-2-27-33 / Reshetnyak TV, Shshit IYu, Biketov SF, Govorunov IG, Kozlova TV, Folmer AV. Detection and typing of borrelia in the Tula region. Message 1. Ticks that bit people. Bacteriology. 2023;8(2):27-33. DOI: 10.20953/2500-1027-2023-2-27-33 (In Russian).
13. Коротков ЮС, Козлова ТВ. Динамика численности клеща *Dermacentor reticulatus* (Acari: Ixodidae) в лесоголовых стациях Тульской области. Воронеж, 2015;137-41. / Korotkov YuS, Kozlova TV. Dinamika chislennosti kleschha *Dermacentor reticulatus* (Acari: Ixodidae) v lesogulovuykh statsiyakh Tul'skoi oblasti. Voronezh, 2015;137-41. (In Russian).
14. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах инфекционных болезней. Методические рекомендации. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023;79. / Sbor, uchet i podgotovka k laboratornomu issledovaniyu krovososushchikh chlenistonogikh v prirodnuykh ochagakh infekzionnykh boleznei. Metodicheskie rekomendatsii. M.: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelei i blagopoluchiya cheloveka, 2023;79. (In Russian).
15. Козлова ТВ, Игнатькова АС, Болдырева ВВ. К некоторым вопросам изучения агрессивности клещей *I. ricinus* и *D. reticulatus* на территории Тульской области. Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы изучения особо опасных и природно-очаговых болезней». Ростов-на-Дону, 2019;266-70. / Kozlova TV, Ignat'kova AS, Boldyreva VV. K nekotorym voprosam izucheniya agressivnosti kleschchei *I. ricinus* i *D. reticulatus* na territorii Tul'skoi oblasti. Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii «Aktual'nue voprosy izucheniya osobu opasnykh i prirodno-ochagovykh boleznei». Rostov-na-Donu, 2019;266-70. (In Russian).
16. Рудакова СА, Теслова ОЕ, Муталинова НЕ, Пеньевская НА, Рудаков НВ, Савельев ДА, и др. Эпидемиологическая ситуация по иксодовым клещевым боррелиозам в Российской Федерации в 2021 г. и прогноз на 2022 г. Проблемы особо опасных инфекций. 2022;2:46-53. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-2-46-53 / Rudakova SA, Teslova OE, Mutalinova NE, Pen'evskaya NA, Rudakov NV, Savel'ev DA, et al. Epidemiological situation on tick-borne borreliosis in the Russian Federation in 2021 and forecast for 2022. Problems of Particularly Dangerous Infections. 2022;2:46-53. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-2-46-53 (In Russian).
17. Рудакова СА, Теслова ОЕ, Канешова НЕ, Штрем СВ, Якименко ВВ, Пеньевская НА. Геновидовое разнообразие боррелий в иксодовых клещах на территории юга Западной Сибири. Проблемы особо опасных инфекций. 2019;4:92-96. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-4-92-96 / Rudakova SA, Teslova OE, Kaneshova NE, Shtrek SV, Yakimenko VV, Pen'evskaya NA. Genospecies diversity of *Borrelia* in ixodes ticks of the West Siberia. Problems of Particularly Dangerous Infections. 2019;4:92-96. DOI: 10.21055/0370-1069-2019-4-92-96 (In Russian).

**Информация о соавторах:**

Козлова Татьяна Викторовна, энтомолог лаборатории природно-очаговых и особо опасных инфекций ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области»

Решетняк Татьяна Викторовна, научный сотрудник отдела иммунобиохимии патогенных микроорганизмов ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Щит Ирина Юрьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела иммунобиохимии патогенных микроорганизмов ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора  
ORCID: 0000-0001-9871-8018

Бикетов Сергей Фёдорович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела иммунобиохимии патогенных микроорганизмов ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора  
ORCID: 0000-0003-1179-6895

**Information about co-authors:**

Tatyana V. Kozlova, Entomologist of the Laboratory of Natural Focal and Especially Dangerous Infections, Center for Hygiene and Epidemiology in the Tula Region

Tatyana V. Reshetnyak, Researcher of the Department of Immunobiochemistry of Pathogenic Microorganisms, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rospotrebnadzor

Irina Yu. Shshit, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher, Department of Immunobiochemistry of Pathogenic Microorganisms, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rospotrebnadzor  
ORCID: 0000-0001-9871-8018

Sergey F. Biketov, PhD in Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Immunobiochemistry of Pathogenic Microorganisms, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology of Rospotrebnadzor  
ORCID: 0000-0003-1179-6895