

© Коллектив авторов, 2022

УДК 616.98:579.834

**Результаты мониторинга за иксодовыми клещевыми боррелиозами в Крыму (2015–2021 гг.)**

И.С. Коваленко, А.Л. Ситникова, Л.С. Зинич, С.Н. Якунин, Д.Э. Абибулаев

ФГКУЗ «Противочумная станция Республики Крым» Роспотребнадзора,
ул. Промышленная, д. 42, г. Симферополь, 295023, Российская Федерация**Резюме**

Введение. Изучение боррелиозов и официальная регистрация заболеваний в Крыму начались с 2000 г. Отмечается рост числа случаев иксодовых клещевых боррелиозов у людей – за период 2000–2014 гг. в Крыму зарегистрировано 204 случая, 2015–2021 гг. – 324 случая.

Цель исследования – уточнение резервуаров, переносчиков и границ природных очагов ИКБ в Крыму по результатам исследований 2015–2021 гг.

Материалы и методы. Сбор иксодовых клещей и отлов мелких млекопитающих (ММ) проводили во всех административных муниципалитетах в разных ландшафтных зонах Крыма. Полевой материал доставлялся в лабораторию, где проводилось их видовое определение, пулирование и исследование при помощи молекулярно-генетических методов. Картографирование результатов исследования проводили с применением геоинформационных технологий.

Результаты и обсуждение. Большинство находок маркеров иксодовых клещевых боррелиозов зарегистрировано при исследовании иксодовых клещей на территории горно-предгорной зоны Крыма. Положительные пробы от ММ выявлены только в степной части полуострова. Выявлены доминирующие виды резервуаров (*pp. Crocidura, Cricetulus, Rattus*) и переносчиков (*p. Ixodes*) ИКБ на территории Крыма (2015–2021 гг.).

Выводы. Иксодовые клещевые боррелиозы распространены практически по всей территории Крымского полуострова. Для уточнения особенностей активности природных очагов в разных природных зонах, определения видового разнообразия боррелий и дальнейшего проведения оценки риска возникновения заболеваний людей необходимо осуществлять систематический мониторинг за резервуарными хозяевами и переносчиками возбудителей иксодовых клещевых боррелиозов на территории полуострова.

Ключевые слова: иксодовые клещевые боррелиозы, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, природные очаги, Крым.

Для цитирования: Коваленко И.С., Ситникова А.Л., Зинич Л.С., Якунин С.Н., Абибулаев Д.Э. Результаты мониторинга за иксодовыми клещевыми боррелиозами в Крыму (2015–2021 гг.) // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 7. С. 72–79. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-7-72-79>

Сведения об авторах:

✉ **Коваленко** Ирина Сергеевна – заведующая отделением эпизоотологического мониторинга отдела эпидемиологии; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0057-9836>.

Ситникова Александра Леонидовна – заведующая отделением эпидемиологии отдела эпидемиологии; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5116-6172>.

Зинич Лилия Сергеевна – к.м.н., заведующая отделом эпидемиологии; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3447-2335>.

Якунин Сергей Николаевич – зоолог отделения эпизоотологического мониторинга отдела эпидемиологии; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2458-8067>.

Абибулаев Дявер Энверович – зоолог отделения эпизоотологического мониторинга отдела эпидемиологии; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5108-3342>.

Владычак Виктор Владимирович – зоолог отделения эпизоотологического мониторинга отдела эпидемиологии; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2327-1965>.

Полуэктова Ольга Александровна – биолог лаборатории бактериологии; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8814-4110>.

Пидченко Надежда Никифоровна – заведующая лабораторией бактериологии; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8658-477X>.

Тихонов Сергей Николаевич – к.м.н., директор; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3924-5817>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Тихонов С.Н., Коваленко И.С.; сбор данных: Абибулаев Д.Э., Владычак В.В., Якунин С.Н.; лабораторные исследования: Полуэктова О.А., Пидченко Н.Н.; анализ и интерпретация результатов: Коваленко И.С., Ситникова А.Л., Зинич Л.С.; литературный обзор: Коваленко И.С., Ситникова А.Л.; подготовка рукописи: Коваленко И.С., Ситникова А.Л., Зинич Л.С. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 15.04.22 / Принята к публикации: 08.07.22 / Опубликовано: 29.07.22

Results of Ixodes Tick-Borne Borreliosis Monitoring in Crimea in 2015–2021

Irina S. Kovalenko, Alexandra L. Sitnikova, Lilia S. Zinich, Sergey N. Yakunin,

Dlyaver E. Abibulaev, Viktor V. Vladychak, Olga A. Poluektova,

Nadezhda N. Pidchenko, Sergey N. Tikhonov

Plague Control Station of the Republic of Crimea, 42 Promyshlennaya Street, Simferopol, 295023, Russian Federation

Summary

Introduction: The studies of borreliosis and the official disease registration in Crimea began in the year 2000. An obvious increase in the number of human cases of Ixodes tick-borne borreliosis has been observed since then: 204 cases of Lyme disease were registered in Crimea in 2000–2014 and already 324 cases in the years 2015–2021.

Objective: To specify reservoirs, vectors and boundaries of natural foci of tick-borne borreliosis in Crimea based on the results of research conducted in 2015–2021.

Materials and methods: Collection of Ixodes ticks and trapping of small mammals were carried out in all administrative areas in different landscape zones of the Crimea. The field material was delivered to the laboratory, where it was identified, pooled, and investigated using molecular genetic methods. Geoinformation technologies were used to map the results.

Results and discussion: The majority of positive markers of tick-borne borreliosis were found in pools of Ixodes ticks in the Mountain and Foothill area while positive samples from small mammals were detected in the Steppe part of the peninsula.

The dominant species of reservoirs (gen. *Crocidura*, *Cricetulus*, *Rattus*) and vectors (gen. *Ixodes*) of tick-borne borreliosis in Crimea in the years 2015–2021 were identified.

Conclusion: Lyme borreliosis is distributed almost throughout the whole territory of the Crimean Peninsula. A systematic local monitoring of reservoirs and vectors of tick-borne borreliosis is important to clarify the features of activity of natural foci in different natural zones, to determine the diversity of *Borrelia* species, and to assess the disease risk for humans.

Keywords: *Ixodes* tick-borne borreliosis, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, natural foci, Crimea.

For citation: Kovalenko IS, Sitnikova AL, Zinich LS, Yakunin SN, Abibulaev DE, Vladychak VV, Poluektova OA, Pidchenko NN, Tikhonov SN. Results of *Ixodes* tick-borne borreliosis monitoring in Crimea in 2015–2021. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022; 30(7):72–79. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-7-72-79>

Author information:

✉ Irina S. Kovalenko, Head of the Epizootological Monitoring Division, Epidemiology Department; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0057-9836>.

Alexandra L. Sitnikova, Head of the Epidemiology Division, Epidemiology Department; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5116-6172>.

Lilia S. Zinich, Cand. Sci. (Med.), Head of the Epidemiology Department; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3447-2335>.

Sergey N. Yakunin, zoologist, Epizootological Monitoring Division, Epidemiology Department; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2458-8067>.

Dlyaver E. Abibulaev, zoologist, Epizootological Monitoring Division, Epidemiology Department; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5108-3342>.

Viktor V. Vladychak, zoologist, Epizootological Monitoring Division, Epidemiology Department; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2327-1965>.

Olga A. Poluektova, biologist, Laboratory of Bacteriology; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8814-4110>.

Nadezhda N. Pidchenko, Head of the Laboratory of Bacteriology; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8658-477X>.

Sergey N. Tikhonov, Cand. Sci. (Med.), Director; e-mail: krimpchs@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3924-5817>.

Author contributions: study conception and design: Tikhonov S.N., Kovalenko I.S.; data collection: Abibulaev D.E., Vladychak V.V., Yakunin S.N.; laboratory testing: Poluektova O.A., Pidchenko N.N.; analysis and interpretation of results: Kovalenko I.S., Sitnikova A.L., Zinich L.S.; literature review: Kovalenko I.S., Sitnikova A.L.; draft manuscript preparation: Kovalenko I.S., Sitnikova A.L., Zinich L.S. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Ethics approval was not required for this study.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: April 15, 2021 / Accepted: July 8, 2022 / Published: July 29, 2022

Введение. Природные очаги иксодового клещевого боррелиоза (ИКБ) — болезни Лайма (БЛ) широко распространены в лесной ландшафтной зоне умеренного климатического пояса северного полушария на Европейском, Азиатском и Американском континентах. Возбудители ИКБ — боррелии комплекса *Borrelia burgdorferi sensu lato* — включают более 20 генотипов. Одним из резервуаров *Borrelia burgdorferi sensu lato* являются мелкие млекопитающие [1, 2], являющиеся прокормителями иксодовых клещей, которые играют роль не только основных переносчиков, но и в некоторых случаях резервуаров ИКБ, так как у них возможна трансвариальная передача возбудителя [3, 4].

Эпидемическая ситуация по ИКБ в Российской Федерации на протяжении последнего десятилетия оценивается как напряженная и занимает одно из ведущих мест по уровню заболеваемости и социально-экономическому ущербу среди трансмиссивных природно-очаговых инфекций. Ежегодно регистрируется от 6 до 10 тыс. случаев заболевания БЛ [5–7]. В России основное эпидемическое значение имеют клещи *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus*, не исключается участие в поддержании циркуляции возбудителей ИКБ в природных очагах и других видов иксодовых клещей [8–11].

Изучение боррелиозов и официальная регистрация заболеваемости в Крыму начались с 2000 г., и ежегодно отмечается рост числа случаев БЛ у людей. Так, за период 2000–2014 гг. в Крыму зарегистрировано 204 случая БЛ [12], а за период 2015–2021 гг. — 324 случая. На полуострове Крым выделяют две зоны риска инфицирования возбудителем ИКБ у людей: зона высокого риска и зона низкого риска. К зоне высокого риска относятся центральные и южные территории полуострова, расположенные в гор-

нолесной (в том числе предгорной лесостепной) зоне Крыма [13]. Уровень заболеваемости БЛ в районах, расположенных в этой зоне, составляет 0,67–7,72 на 100 тыс. населения. К зоне низкого риска относятся западные, восточные и северные территории полуострова, расположенные в степной зоне Крыма. Уровень заболеваемости БЛ в районах, расположенных в этой зоне, составляет 0,00–2,94 на 100 тыс. населения [14].

Две основные зоны крымского полуострова (степная и горно-предгорная) имеют климатические особенности, а также различия в флоре и фауне.

Степная зона занимает 70 % территории полуострова. Климат засушливый и умеренно-континентальный. Зимы бесснежные и мягкие, с частыми оттепелями и небольшими морозами. Лето жаркое, в это время тут отмечается минимум атмосферных осадков [15, 16].

Горно-предгорная зона занимает около 30 % территории Крыма. Климат существенно отличается в зависимости от конкретных высот и особенностей той или иной гряды. Непосредственно у моря располагается главная цепь, которая является природным барьером для горячего воздуха с центральной части полуострова, создавая на побережье мягкий средиземноморский климат, зимой тут температура стабильно плюсовая, лишь при редких похолоданиях выпадает снег, который быстро тает. Летом же стоит всегда теплая безветренная ясная погода. Для этой климатической зоны характерны кратковременные обильные дожди. На горных перевалах климат влажный и умеренно холодный, зимой может быть достаточно холодно. Растительность в предгорьях степная — ковыль, типчак, пырей, на юг с восхождением над уровнем моря сменяется на лесостепную. Климат теплый и полувлажный. В горно-предгорной зоне определяется большее

биологическое многообразие флоры и фауны, чем в степной зоне¹ [17].

Цель исследования – выявление особенностей распространения ММ и иксодовых клещей, участвующих в циркуляции патогенных для человека боррелий, на территории Крыма.

Материалы и методы. Анализировали результаты исследований, проведенных с 2015 по 2021 г. Статистическая информация о заболеваемости ИКБ и укусах клещами получена в рамках Соглашения о сотрудничестве между Межрегиональным управлением Роспотребнадзора по Республике Крым и г. Севастополю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Крым и г. Севастополе» и ФГКУЗ «Противочумная станция Республики Крым» Роспотребнадзора от 20.04.2015².

Сбор иксодовых клещей проводился по стандартной методике на флаг, численность определяли пересчетом количества собранных экземпляров за 1 флаго-час (ф-ч), а также путем снятия их с животных³. Отработано 324 ф-ч, собрано 6510 экз. (20,1 экз. на 1 ф-ч) иксодовых клещей; с животных (КРС, МРС, лошади) снято 6385 экземпляров.

В горно-предгорной зоне было собрано и снято с животных 5081 экз. (1239 пулов) (44,3 % от общего количества добытых клещей). В степной зоне полуострова было собрано и снято с животных 6395 экз. (1385 пулов) иксодовых клещей (57,7 % от общего количества добытых клещей).

Учеты и отлов ММ проводился по стандартной методике с помощью давилок Геро методом ловушко-линий (ловушки выставлялись линиями по 50 шт. в разных стациях)⁴. Исследование ММ на ИКБ проводилось с 2017 г. За период 2017–2021 гг. было отработано 17 215 ловушко-суток (л-с) и отловлено 1548 экз. ММ (8,99 экз. на 100 л-с), из них на территории степной зоны полуострова – 1035 экз. ММ, в горно-предгорной – 513 экз.

Полевой материал доставлялся в лабораторию, где проводилось их видовое определение, пулирование (иксодовые клещи), приготовление суспензии клещей, вскрытие (ММ) и отбор проб (внутренние органы (печень и селезенка) и головной мозг) для последующего лабораторного исследования⁵. Все стадии исследования соответствовали законодательству Российской Федерации, международным этическим нормам и нормативным документам учреждения. Для каждого вида вычислялся индекс доминирования (ИД), отражающий отношение числа особей (n_i) какого-либо вида к общему числу видов (N) в биоценозе [16]:

$$Di = \frac{n_i}{N} \cdot 100.$$

Все приготовленные пробы иксодовых клещей и ММ исследовались на наличие возбудителей иксодовых клещевых боррелиозов (методы: поли-

меразная цепная реакция с детекцией продуктов амплификации в режиме «реального времени» (ПЦР)).

Постановка ПЦР проводилась в три этапа, включающих в себя экстракцию РНК/ДНК из исследуемых образцов (комплект реагентов для экстракции РНК/ДНК «Рибо-преп» (Россия, г. Москва)), реакцию обратной транскрипции (комплекта реагентов «Реверта-Л» (Россия, г. Москва)) и амплификацию специфических генов, с учетом продуктов амплификации в режиме реального времени. Для амплификации участков исследуемых генов использовались следующие наборы реагентов:

– набор реагентов для обратной транскрипции и амплификации *Borrelia burgdorferi* s.l., (Россия, г. Москва);

– набор реагентов для выявления РНК/ДНК возбудителей инфекций, передающихся иксодовыми клещами TBEV, *Borrelia burgdorferi* s.l., *Anaplasma phagocytophilum*, *Ehrlichia chaffeensis* / *Ehrlichia muris*, в биологическом материале методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с гибридизационно-флуоресцентной детекцией «АмплиСенс® TBEV, *B. burgdorferi* s.l., *A. phagocytophilum*, *E. chaffeensis* / *E. muris*-FL», (Россия, г. Москва).

Исследование методом ПЦР проводилось на амплификаторе ROTOR-GENE Q 6000, (Германия).

Картографирование пространственного распределения положительных находок возбудителя БЛ проводилось с применением геоинформационных технологий.

Результаты

Результаты исследования иксодовых клещей. За период 2015–2021 гг. сбор и исследование клещей проводились на всех административных территориях Крыма, расположенных в горно-предгорной и степной ландшафтных зонах.

Видовое разнообразие иксодовых клещей, собранных в этот период, представлено 12 видами (*Dermacentor marginatus* – 2,4 %, *Dermacentor reticulatus* – 2,8 %, *Haemaphysalis concinna* – 0,01 %, *Haemaphysalis inermis* – 0,1 %, *Haemaphysalis otophila* (*parva*) – 3,7 %, *Haemaphysalis punctata* – 19,5 %, *Hyalomma marginatum* – 19,99 %, *Hyalomma scupense* – 0,9 %, *Ixodes redikorzevi* – 0,1 %, *Ixodes ricinus* – 11,1 %, *Rhipicephalus bursa* – 22,5 %, *Rhipicephalus sanguineus* – 16,9 %). Эти виды клещей имеют мозаичное распространение по всей территории полуострова с преобладанием некоторых видов в определенной природной зоне.

Наибольшая численность клещей (показатель средней численности клещей на 1 ф-ч) в Крыму определялась в Ленинском районе (40,8 экз. на 1 ф-ч) и далее по убыванию: г/о Ялта (33,2), г/о Феодосия (26,4), Бахчисарайский район (20,5), Нижнегорский район (20,5), Красногвардейский район (18,7),

¹ Вель И.П. Климатический атлас Крыма. Приложение к научно-практическому дискуссионному аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма». Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. 120 с.

² Об утверждении форм федерального статистического наблюдения с указаниями по их заполнению для организации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека федерального статистического наблюдения за санитарным состоянием субъекта Российской Федерации: Приказ Росстата от 30.12.2020 № 867. Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях. Раздел I.

³ МУ 3.1.3012–12 «Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 55 с.

⁴ МР 3.1.0211–20 «Отлов, учет и прогноз численности мелких млекопитающих и птиц в природных очагах инфекционных болезней». М.: Роспотребнадзор, 2020. 44 с.

⁵ МР 3.1.7.0250–21 «Тактика и объемы зоологических работ в природных очагах инфекционных болезней». М.: Роспотребнадзор, 2021. 40 с.

Кировский район (18,6), Симферопольский район (17,9), Советский район (17,8), Черноморский район (16,3), Краснопереконский район (15,9), г/о Алушта (15,4), г. Севастополь (15,3), Сакский район (13,9), Первомайский район (12,0), Раздольненский район (11,1), г/о Судак (10,4), Джанкойский район (10,1), Белогорский район (8,3).

Высокая численность клещей в Ленинском районе (относится к степной зоне), возможно, связана с тем, что природные местообитания этого района наименее подвергаются антропогенному преобразованию (невспаханная степь, нет акарицидной обработки) и в основном используются для выпаса крупного рогатого скота – прокормителя наиболее распространенных видов клещей в данном районе).

Количество пулов иксодовых клещей, содержащих возбудитель БЛ, за период исследования (2015–2021 гг.) составило 3,8 % (101 пул). При этом в горно-предгорной зоне зарегистрировано 91,1 %, в степной зоне 8,9 % (табл. 1).

Из 92 пулов иксодовых клещей, собранных в горно-предгорной зоне, содержащих маркеры возбудителя БЛ, 8 пулов (8,7 %) сняты с животных (5 – с лошади (*D. marginatus*, *D. reticulatus*,

H. marginatum), 3 – с ММ (*I. ricinus*)). Из 9 положительных находок в пулах иксодовых клещей, собранных в степной зоне, 6 пулов (66,7 %) сняты с животных (5 пулов с ММ (*I. ricinus*, *I. redikorzevi*), 1 – КРС (*I. redikorzevi*). При этом маркеры боррелий не были обнаружены в материале от ММ, на которых были сняты инфицированные клещи.

Результаты исследования ММ. Средняя численность ММ в степной зоне составила 9,8 экз. на 100 л-с, в горно-предгорной – 7,7 экз. на 100 л-с). Положительные пробы от ММ были выявлены только в степной зоне полуострова в 5,8 % от всех исследованных особей, отловленных на этой территории (табл. 2). Наибольшее количество положительных находок было выявлено у белозубок (род *Crocidura*), серых хомячков (*Cricetulus migratorius*), обыкновенной полевки (*Microtus arvalis (obscurus)*), серой крысы (*Rattus norvegicus*), единичные – у общественной полевки (*Microtus socialis*), домового (*Mus musculus*) и степной мыши (*Sylvaeus witherbyi*).

Таким образом, все положительные на *Borrelia burgdorferi* s.l. находки проб от ММ зарегистрированы в степной зоне полуострова, несмотря на то что ареалом обитания эпидзначимых ММ

Таблица 1. Распределение положительных находок возбудителя ИКБ среди иксодовых клещей в Республике Крым и г. Севастополе по основным климатическим зонам в 2015–2021 гг.

Table 1. Distribution of positive findings of the Lyme borreliosis pathogen in Ixodes ticks in the Republic of Crimea and the city of Sevastopol by the main climatic zones in 2015–2021

Род / Genus	Степная зона / Steppe zone			Горно-предгорная зона / Mountain and Foothill zone		
	количество исследованных пулов / number of pools tested	количество положительных пулов / number of positive pools	%	количество исследованных пулов / number of pools tested	количество положительных пулов / number of positive pools	%
<i>Dermacentor</i>	55	0	0	192	5	2,6
<i>Haemaphysalis</i>	360	0	0	252	4	1,6
<i>Hyalomma</i>	365	0	0	275	3	1,1
<i>Ixodes</i>	23	9	39,1	223	80	35,9
<i>Rhipicephalus</i>	582	0	0	297	0	0
Bcero / Total	1385	9	0,6	1239	92	7,4

Таблица 2. Распределение положительных находок возбудителя ИКБ среди ММ в Республике Крым и г. Севастополе по основным климатическим зонам в 2015–2021 гг.

Table 2. Distribution of positive findings of the Lyme borreliosis pathogen in small mammals in the Republic of Crimea and the city of Sevastopol by the main climatic zones in 2015–2021

Вид / Species	Степная зона / Steppe zone			Горно-предгорная зона / Mountain and Foothill zone		
	количество исследованных проб / number of samples tested	количество положительных проб / number of positive samples	%	количество исследованных проб / number of samples tested	количество положительных проб / number of positive samples	%
<i>Cricetulus migratorius</i>	16	2	12,5	3	0	0
<i>Cricetus cricetus</i>	2	0	0	–	–	–
<i>Crocidura leucodon</i>	5	1	20,0	–	–	–
<i>Crocidura suaveolens</i>	139	22	15,8	16	0	0
<i>Microtus arvalis (obscurus)</i>	11	1	9,1	66	0	0
<i>Microtus levis</i>	3	0	0	–	–	–
<i>Microtus socialis</i>	285	7	2,5	114	0	0
<i>Mus musculus</i>	216	9	4,2	45	0	0
<i>Mus spicilegus</i>	21	0	0	12	0	0
<i>Rattus norvegicus</i>	12	1	8,3	8	0	0
<i>Sicista lorigera</i>	1	0	0	–	–	–
<i>Sylvaeus tauricus</i>	1	0	0	23	0	0
<i>Sylvaeus uralensis</i>	–	–	–	21	0	0
<i>Sylvaeus witherbyi</i>	323	17	5,3	205	0	0
Bcero / Total	1035	60	5,8	513	0	0

является весь Крымский полуостров. При этом число положительных проб клещей в горно-предгорной зоне в 12,3 раза больше, чем в степной.

В динамике положительных находок на ИКБ в иксодовых клещах и ММ по годам отмечается тенденция к увеличению, что может способствовать росту числа заболеваний людей БЛ. Так, если в 2018 г. удельный вес положительных находок составлял 2,7 (иксодовые клещи) и 1,6 % (ММ), то в 2019 г. эти показатели были 4,8 и 1,9 %, в 2020 г. проводились исследования на ИКБ только ММ1, в 2021 г. 7,0 и 5,8 % соответственно.

В целом наблюдается тенденция увеличения количества положительных находок ИКБ в ММ и иксодовых клещах (рис. 1).

Обсуждение. Целенаправленное исследование иксодовых клещей из природных станций на наличие возбудителей БЛ на территории Крымского

полуострова начало проводиться с 2015 г., а ММ – с 2017 г. Положительные находки возбудителя БЛ в пробах иксодовых клещей и/или ММ были зарегистрированы на территории всех административных районов Крыма (кроме Кировского района) (рис. 2).

Ранее эндемичными территориями по ИКБ считались только 8 административных муниципалитетов (рис. 2)⁶. Традиционно основными переносчиками БЛ в Крыму считались иксодовые клещи *I. ricinus* (*I. persulcatus* – на территории Крыма не встречается). Нозоареал БЛ в Крыму совпадает с местами обитания *I. ricinus*, приурочен к горно-предгорной зоне [8, 20–22]. Однако при эпизоотологическом обследовании степной зоны выявлены *Ixodes ricinus* и *Ixodes redikorzevi*, что подтверждает более широкий ареал распространения данных видов.

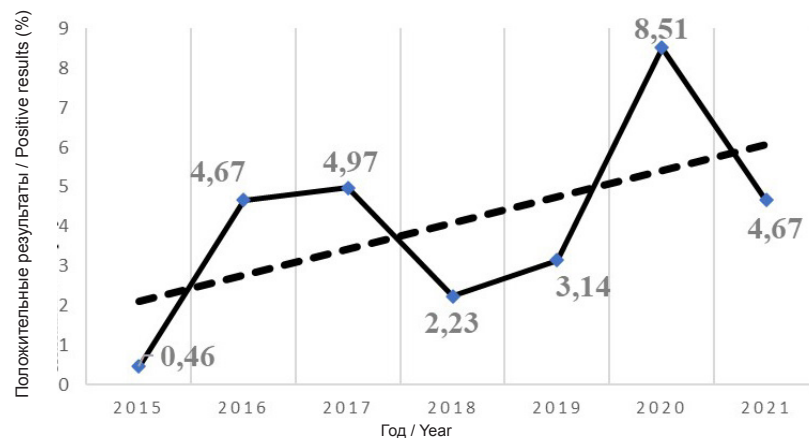


Рис. 1. Количество положительных находок *Borrelia burgdorferi* s.l. (иксодовые клещи и ММ)
Fig. 1. The number of positive findings of *Borrelia burgdorferi* s.l. in Ixodes ticks and small mammals

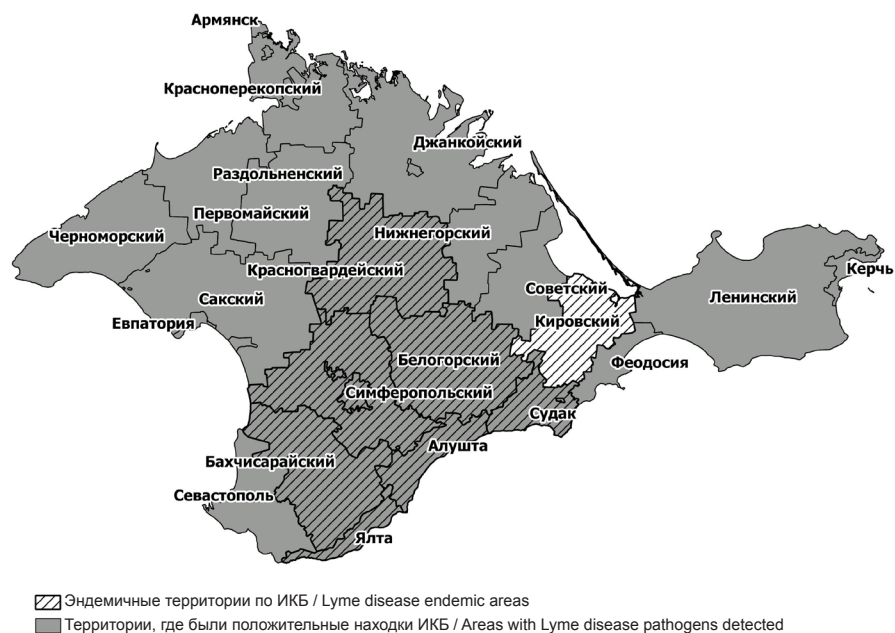


Рис. 2. Административные территории Крыма, где выявлены возбудители ИКБ в природных местообитаниях
Fig. 2. Crimean administrative districts with Lyme borreliosis pathogens identified in natural habitats

⁶ Про ензоотичність території України з туляремії, лептоспірозу, інших особливо небезпечних природно-вогнищевих інфекцій та заходи їх профілактики на 1999–2003 рр.: службовий лист / сост. Некрасова Л.С., Компанцев М.П., Нестеренко Л.П. [та ін.] Київ, 1999. 95 с.

По видовому разнообразию доминирующими видами клещей, содержащих возбудитель БЛ на полуострове, являются клещи рода *Ixodes* (*I. ricinus*, *I. redikorzevi*) (88,1 % из всех положительных находок на БЛ у клещей). При этом только в этих клещах в степной зоне были положительные находки на БЛ. В горно-предгорной зоне положительные находки возбудителя отмечены у 4 видов клещей (*D. reticulatus*, *D. marginatus*, *H. punctata*, *H. marginatum*). Ранее *B. burgdorferi* в Крыму была обнаружена только у 4 видов клещей (*I. ricinus*, *I. redikorzevi*, *H. punctata*, *D. marginatus*) [12].

За период 2017–2021 гг. у 7 видов ММ были выявлены маркеры возбудителя БЛ: белозубки (род *Crocidura*), серый хомячок (*C. migratorius*), обыкновенная полевка (*M. arvalis* (*obscurus*)), серая крыса (*R. norvegicus*), общественная полевка (*M. socialis*), домовая (*M. musculus*) и степная мышь (*S. witherbyi*). Ранее положительные находки на полуострове были у 3 видов грызунов (желтогорлая и степная мыши, серый хомячок) [12, 21]. Следовательно, нами выявлен более широкий круг ММ, которые могут участвовать в циркуляции *Borrelia burgdorferi* s.l., чем было выявлено в 2014 году [12].

На территории Крымского полуострова широко распространены иксодовые клещи и ММ, при исследовании которых обнаружены маркеры возбудителей ИКБ, что указывает на повсеместные риски возникновения заболеваний людей. Наряду с этим горно-предгорную зону, как и ранее, можно отнести к зоне высокого риска инфицирования людей [13]. На этой территории маркеры боррелий в пробах от иксодовых клещей были обнаружены в 91,1 % от всех положительных находок в Крыму.

В горно-предгорной зоне на фоне большого количества выявленных положительных проб от иксодовых клещей находки маркеров возбудителя ИКБ в пробах от ММ не обнаружены. При этом на степную зону приходится 100 % положительных находок маркеров возбудителя ИКБ в пробах от

ММ и 8,9 % проб с положительными находками от иксодовых клещей (рис. 3). Можно предположить, что в Крыму существует несколько природных экосистем, связанных с различными боррелиями, в циркуляции которых принимают участие ранее не исследованные нами млекопитающие (белки, ежи и др.), что заслуживает дальнейшего изучения. Клещи могут быть носителями как одного, так и нескольких бактерий (смешанные инфекции) [1, 22, 23]. Изучение разнообразия боррелий комплекса *B. burgdorferi* s.l. в Крыму не проводилось. Данная работа определена как перспективная.

Выводы

1. Иксодовые клещевые боррелиозы распространены на всей территории Крымского полуострова.

2. Доминирующие иксодовые клещи, у которых обнаружены маркеры возбудителя ИКБ, относятся к роду *Ixodes*. В эпизоотический процесс могут быть вовлечены представители родов *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*.

3. Основную долю от выявленных положительных находок среди ММ составляют пробы от белозубок, серого хомячка и серой крысы. Единичные положительные находки зарегистрированы при исследовании материала от степной и домовой мышей, общественной и обыкновенной полевок.

4. В последние годы практически на всей территории Крымского полуострова регистрируется увеличение количества положительных находок ИКБ при исследовании иксодовых клещей и ММ.

5. Большая часть положительных находок маркеров ИКБ среди иксодовых клещей зарегистрирована на территории горно-предгорной зоны Крыма, среди ММ — только в степной части полуострова.

6. Вопросы изучения видового разнообразия циркулирующих в Крыму боррелий, уточнения их резервуарных хозяев и переносчиков требуют дальнейшего изучения.

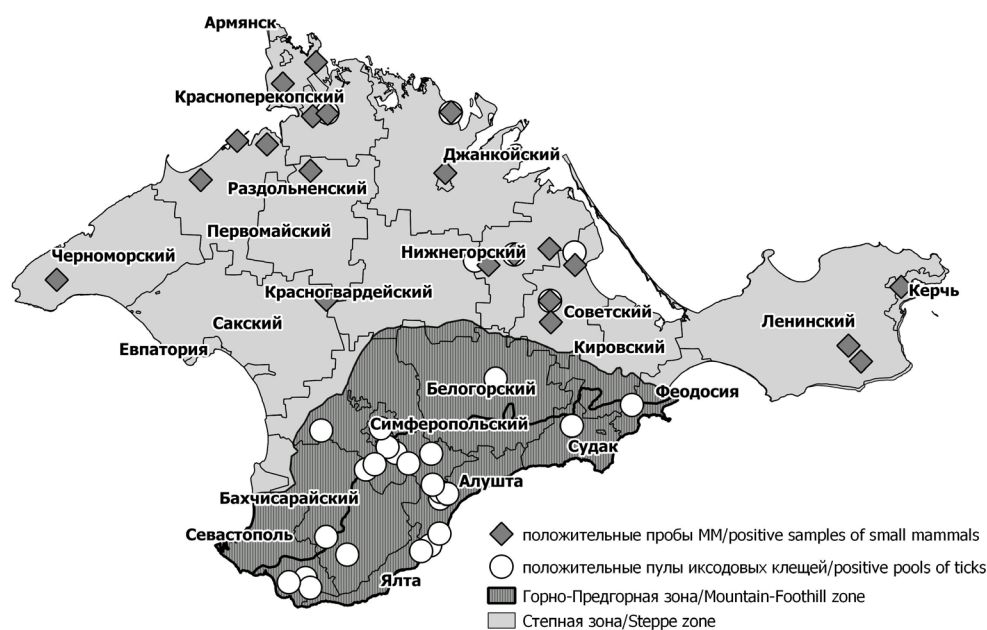


Рис. 3. Положительные на *Borrelia burgdorferi* s.l. иксодовые клещи и ММ

Fig. 3. Ixodes ticks and small mammals positive for *Borrelia burgdorferi* s.l.

Список литературы

- Korenberg EI, Gorelova NB, Postic D, Kovalevskii IV, Baranton G, Vorob'eva NN. The reservoir hosts and vectors of *Borrelia* – the causative organisms of ixodid tick-borne borrelioses in Russia. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 1997;(6):36–38.
- Gorelova NB, Korenberg EI, Kovalevskii YuV, Shcherbakov SV. Small mammals as reservoir hosts for *Borrelia* in Russia. *Zentralbl Bakteriell*. 1995;282(3):315–322. doi: 10.1016/s0934-8840(11)80132-5
- Global Vector Control Response 2017–2030*. Geneva: World Health Organization; 2017. Accessed March 4, 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241512978>
- Korenberg EI, Sirotkin MB, Kovalevskii YuV. A general scheme of circulation of ixodid tick-borne borrelioses pathogens in the natural foci of Eurasia. *Entomol Rev*. 2016;96(4):484–499. doi: 10.1134/S0013873816040126
- Коренберг Э.И. Инфекции, передающиеся иксодовыми клещами в лесной зоне, и стратегия их профилактики: изменение приоритетов // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2013. № 5 (72). С. 7–17.
- Платонов А.Е., Авксентьев Н.А., Авксентьева М.В. и др. Социально-экономическое бремя пяти природно-очаговых инфекций в Российской Федерации // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2015. № 8 (1). С. 47–56. doi: 10.17749/2070-4909.2015.8.1.047-056
- Попова А.Ю., Куличенко А.Н., Малецкая О.В. и др. Эпидемиологическая обстановка по природно-очаговым инфекциям в Крымском федеральном округе в 2014–2015 гг. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2016. № 2. С. 62–69.
- Gern L, Humair PF. Ecology of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Europe. In: Gray J, Kahl O, Lane RS, Stanek G, eds. *Lyme Borreliosis: Biology, Epidemiology and Control*. Wellingford: CABI Publ.; 2002:149–174. doi: 10.1079/9780851996325.0000
- Korenberg EI. Seasonal population dynamics of ixodes ticks and tick-borne encephalitis virus. *Exp Appl Acarol*. 2000;24(9):665–681. doi: 10.1023/a:1010798518261
- Medlock JM, Hansford KM, Bormane A, et al. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasit Vectors*. 2013;6:1. doi: 10.1186/1756-3305-6-1
- Ромашов Б.В., Волгина Н.С., Штанников А.В., Ромашова Н.Б., Транквилевский Д.В., Бахметьева Ю.О. Иксодовый клещевой боррелиоз на территории Воронежской области: экологические и эпизоотические особенности // Российский паразитологический журнал. 2012. № 1. С. 45–51.
- Горovenko M.B., Karimov I.Z. Актуальные трансмиссивные природноочаговые инфекции Крыма // Инфекция и иммунитет. 2016. Т. 6. № 1. С. 25–32. doi: 10.15789/2220-7619-2016-1-25-32
- Бациора Г.В., Федорченко С.В., Пеньковська Н.О. Районування територій Криму за ступенем епідеміологічного ризику щодо Лайм-бореліозу // Профілактична медицина. 2011. Т. 1. № 13. С. 18–22.
- Каримов И.З., Пеньковская Н.А., Горovenko M.B., Мидикари А.С. Эпидемиологические особенности болезни Лайм в Республике Крым в 2013 г. // Практическая медицина. 2014. № 7 (83). С. 109–112.
- Багрова Л.А., Боков В.А., Багров Н.В. География Крыма. Киев: Лыбидь, 2001. 302 с.
- Биологическое и ландшафтное разнообразие Крыма: проблемы и перспективы / Комитет по науке и региональному развитию при Совете министров Автономной Республики Крым совместно с Крымским научным центром Национальной Академии наук Украины и Министерства Украины по делам науки и технологий, Крымской академии наук. Симферополь: Сонат, 1999. 180 с.
- Лычак А.И., Бобра Т.В. Геоэкологическая ситуация и проблемы формирования экологической сети в Крыму // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2009. Т. 5. № 1. С. 63–69.
- Евстафьев И.Л. Иксодиды в Крыму: медико-экологические проблемы // СЕС Профілактична медицина. 2008. № 4. С. 84–87.
- Евстафьев И.Л. Болезнь Лайма: эпизоотологический аспект. Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия «Медицина». 2002. № 4 (546). С. 42–46.
- Лукашова Л.В., Карпова М.Р., Лепехин А.В. и др. Иксодовые клещевые боррелиозы // Бюллетень сибирской медицины. 2006. Т. 5. № 1. С. 59–66.
- Евстафьев И.Л. Итоги тридцатилетнего изучения мелких млекопитающих Крыма. Часть 1. Введение, состав фауны, ареалы // Праці Теріологічної школи. 2015. Т. 13. С. 20–34.
- Коренберг Э.И., Горелова Н.Б., Ковалевский Ю.В. Основные черты природной очаговости иксодовых клещевых боррелиозов в России // Паразитология. 2002. № 36 (3). С. 177–191.
- Tälleklint L, Jaenson TG. Transmission of *Borrelia burgdorferi* s.l. from mammal reservoirs to the primary vector of Lyme borreliosis, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in Sweden. *J Med Entomol*. 1994;31(6):880–886. doi: 10.1093/jmedent/31.6.880

References

- Korenberg EI, Gorelova NB, Postic D, Kovalevskii IV, Baranton G, Vorob'eva NN. The reservoir hosts and vectors of *Borrelia* – the causative organisms of ixodid tick-borne borrelioses in Russia. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 1997;(6):36–38. (In Russ.)
- Gorelova NB, Korenberg EI, Kovalevskii YuV, Shcherbakov SV. Small mammals as reservoir hosts for *Borrelia* in Russia. *Zentralbl Bakteriell*. 1995;282(3):315–322. doi: 10.1016/s0934-8840(11)80132-5
- Global Vector Control Response 2017–2030*. Geneva: World Health Organization; 2017. (In Russ.) Accessed March 4, 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241512978>
- Korenberg EI, Sirotkin MB, Kovalevskii YuV. A general scheme of circulation of ixodid tick-borne borrelioses pathogens in the natural foci of Eurasia. *Entomol Rev*. 2016;96(4):484–499. (In Russ.) doi: 10.1134/S0013873816040126
- Korenberg EI. Infections transmitted by ticks in the forest area and the strategy of prevention: changing of priorities. *Epidemiologiya i Vaksino profilaktika*. 2013;(5(72)):7–17. (In Russ.)
- Platonov AE, Avksentyev NA, Avksentyeva MV, et al. Social and economic burden of five natural focal infections in the Russian Federation. *Farmakoekonomika. Sovremennaya Farmakoekonomika i Farmakoepidemiologiya*. 2015;8(1):47–56. (In Russ.) doi: 10.17749/2070-4909.2015.8.1.047-056
- Popova AY, Kulichenko AN, Maletskaya OV, et al. Epidemiologic situation by natural-foci infections in the Crimea Federal District in 2014–2015. *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 2016;(2):62–69. (In Russ.)
- Gern L, Humair PF. Ecology of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Europe. In: Gray J, Kahl O, Lane RS, Stanek G, eds. *Lyme Borreliosis: Biology, Epidemiology and Control*. Wellingford: CABI Publ.; 2002:149–174. doi: 10.1079/9780851996325.0000
- Korenberg EI. Seasonal population dynamics of ixodes ticks and tick-borne encephalitis virus. *Exp Appl Acarol*. 2000;24(9):665–681. doi: 10.1023/a:1010798518261
- Medlock JM, Hansford KM, Bormane A, et al. Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasit Vectors*. 2013;6:1. doi: 10.1186/1756-3305-6-1
- Romashov BV, Volgina NS, Shtannikov AV, Romashova NB, Trankvilevsky DV, Bahmeteva YO. Lyme disease in Voronezh region: ecological and epizootic specials. *Rossiyskiy Parazitologicheskii Zhurnal*. 2012;(1):45–51. (In Russ.)

12. Gorovenko MV, Karimov IZ. Actual tick-borne infections in Crimea. *Infektsiya i Immunitet*. 2016;6(1):25-32. (In Russ.) doi: 10.15789/2220-7619-2016-1-25-32
13. Batsyura GV, Fedorchenko SV, Pen'kovskaya NA. Crimea districting based on epidemiological risk of being infected with Lyme-borreliosis. *Profilaktichna Medicina*. 2011;1(13):18-22. (In Ukrainian.)
14. Karimov IZ, Penkovskaya NA, Gorovenko MV, Midikari AS. Epidemiological features of Lyme disease in the Republic of Crimea in 2013. *Prakticheskaya Meditsina*. 2014;7(83):109-112. (In Russ.)
15. Bagrova LA, Bokov VA, Bagrov NV. [*Geography of the Crimea*.] Kiyv: Lybid' Publ; 2001. (In Russ.)
16. [*Biological and Landscape Diversity of the Crimea: Problems and Prospects*.] Committee on Science and Regional Development at the Council of Ministers of the Autonomous Republic of Crimea jointly with the Crimean Scientific Center of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Ministry of Science and Technology of Ukraine, Crimean Academy of Sciences. Simferopol: Sonat Publ.; 1999. (In Russ.)
17. Lychak AI, Bobra TV. [Geo-environmental situation and problems of ecological network formation in Crimea.] *Geopolitika i Ekogeodinamika Regionov*. 2009;5(1):63-69. (In Russ.)
18. Evstafiev IL. Ixodids in Crimea: medical and environmental problems. *SES Profilaktichna Meditsina*. 2008;(4):84-87. (In Russ.)
19. Evstarev IL. Laimas disease: epizootical aspect. *Vestnik Khar'kovskogo Natsional'nogo Universiteta imeni V.N. Karazina. Seriya "Meditsina"*. 2002;(4(546)):42-46. (In Russ.)
20. Lukashova LV, Karpova MR, Lepekhin AV, et al. [Ixodes ricinus-borne borreliosis.] *Byulleten' Sibirskoy Meditsiny*. 2006;5(1):59-66. (In Russ.)
21. Evstaf'ev IL. Results of a 30-years-long investigation of small mammals in Crimea. Part 1. Introduction, fauna composition, ranges. *Praci Teriologichnoi Shkoli*. 2015;13:20-34. (In Russ.) doi: 10.15407/ptt2015.13.020
22. Korenberg EI, Gorelova NB, Kovalevskii YuV. Main features of natural focality of ixodid tick-borne borreliosis in Russia. *Parazitologiya*. 2002;36(3):177-191. (In Russ.)
23. Tälleklint L, Jaenson TG. Transmission of *Borrelia burgdorferi* s.l. from mammal reservoirs to the primary vector of Lyme borreliosis, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), in Sweden. *J Med Entomol*. 1994;31(6):880-886. doi: 10.1093/jmedent/31.6.880

