

Л.В.Романова, И.В.Дворцова, Э.А.Москвитина, Т.Н.Бородин, Н.Л.Пичурина, А.П.Савченко,
М.В.Забашта, И.В.Орехов, А.В.Забашта

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОМ ПЦР НОСИТЕЛЕЙ И ПЕРЕНОСЧИКОВ НА НАЛИЧИЕ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КЛЕЩЕВЫХ БОРРЕЛИОЗОВ, МОНОЦИТАРНОГО ЭРЛИХИОЗА И ГРАНУЛОЦИТАРНОГО АНАПЛАЗМОЗА ЧЕЛОВЕКА В ПРИРОДНЫХ ОЧАГАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт», Ростов-на-Дону,
Российская Федерация

Цель работы – выявление циркуляции возбудителей иксодового клещевого боррелиоза, моноцитарного эрлихиоза и гранулоцитарного анаплазмоза человека в пробах от носителей и переносчиков трансмиссивных клещевых инфекций методом ПЦР. **Материалы и методы.** С помощью метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) проведено исследование полевого материала на зараженность возбудителями клещевых инфекций (клещевых боррелиозов, эрлихиозов, анаплазмоза) в сочетанных природных очагах на территории Ростовской области. **Результаты и выводы.** В работе использованы материалы эпизоотологических обследований, проведенные в 21 административном районе и 10 городах Ростовской области, за период с 2014 по 2016 год. Результаты исследований указывают на спонтанную зараженность иксодовых клещей возбудителем ИКБ на территории Ростовской области и свидетельствуют о наличии природного очага данного заболевания. С 2013 г. природный очаг ИКБ является валентным в связи с выявлением и официальной регистрацией больных. Кроме того, на территории Ростовской области впервые зарегистрирована циркуляция возбудителя МЭЧ и ГАЧ и определены территориально сочетанные очаги МЭЧ и ГАЧ с ИКБ. Полученные данные позволяют говорить о генезисе очага иксодового клещевого боррелиоза и моноцитарного и гранулоцитарного эрлихиозов за счет ежегодного расширения ареала зараженных этими возбудителями клещей и их прокормителей. Проведение ПЦР-анализа с целью выявления клещевых инфекций важно для оценки их распространения на территории Ростовской области, прогнозирования эпидемиологической обстановки и проведения профилактических мероприятий в данном регионе.

Ключевые слова: сочетанные природные очаги, клещевые трансмиссивные инфекции, боррелиоз, эрлихиоз, анаплазмоз, хозяева, переносчики, ПЦР-анализ, Ростовская область.

Корреспондирующий автор: Романова Людмила Васильевна, e-mail: plague@aanet.ru.

L.V.Romanova, I.V.Dvortsova, E.A.Moskvitina, T.N.Borodina, N.L.Pichurina, A.P.Savchenko, M.V.Zabashhta,
I.V.Orekhov, A.V.Zabashhta

PCR Results of Vector and Carrier Investigations for the Presence of Tick-Borne Borreliosis, Human Monocytic Ehrlichiosis, and Human Granulocytic Anaplasmosis Agents in Natural Foci of the Rostov Region

Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation

Objective of the study is to detect the circulation of the agents of ixodic tick-borne borreliosis (ITB), human monocytic ehrlichiosis (HME), and human granulocytic anaplasmosis (HGA) in samples collected from carriers and vectors of transmissible tick-borne infections using PCR-assay. **Materials and methods.** Field material was studied in PCR for evaluating the rate of infection by causative agents of tick-borne infections (tick-borne borreliosis, ehrlichiosis, anaplasmosis) in combined natural foci on the territory of the Rostov Region. **Results and conclusions.** The data obtained during epizootiological investigations carried out in 21 administrative districts and 10 cities of the Rostov Region between 2014 and 2016 were used in the study. The results were indicative of spontaneous infection in ixodic ticks by ITB causative agent on the territory of the Rostov Region, as well as of presence of corresponding natural focus. Since 2013 the activity of different components of ITB natural focus was confirmed by the detection and official registration of patients. Moreover, in the Rostov Region for the first time ever the circulation of HME and HGA causative agents was recorded and territorially combined foci of HME and HGA with ITB were identified. The results obtained allow assuming the genesis of a focus of ixodic tick-borne borreliosis and monocytic and granulocytic ehrlichiosis owing to annual expansion of the areal of ticks, infected by these pathogens, and animals on which the ticks are feeding. PCR-analysis is of significant value for assessment of spread of causative agents of the “tick-borne” infections in the Rostov Region, forecasting of epidemiological situation, as well as implementation of preventive measures in the region.

Key words: combined natural foci, tick-borne transmissible infections, borreliosis, ehrlichiosis, anaplasmosis, hosts, vectors, PCR-analysis, the Rostov Region.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Corresponding author: Ludmila V. Romanova, e-mail: plague@aanet.ru.

Citation: Romanova L.V., Dvortsova I.V., Moskvitina E.A., Borodina T.N., Pichurina N.L., Savchenko A.P., Zabashhta M.V., Orekhov I.V., Zabashhta A.V. PCR Results of Vector and Carrier Investigations for the Presence of Tick-Borne Borreliosis, Human Monocytic Ehrlichiosis, and Human Granulocytic Anaplasmosis Agents in Natural Foci of the Rostov Region. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2017; 4:81–85. (In Russ.). DOI: 10.21055/0370-1069-2017-4-81-85

В современный период при микробиологическом мониторинге как составляющей эпидемиологического надзора за природно-очаговыми, в том числе трансмиссивными, клещевыми инфекциями успешно используется ПЦР-анализ, основанный на детекции специфических участков ДНК/РНК их возбудителей. Этот метод, являющийся основным в молекулярной эпидемиологии, используется для обнаружения возбудителей иксодового клещевого боррелиоза (ИКБ), моноцитарного эрлихиоза человека (МЭЧ) и гранулоцитарного анаплазмоза человека (ГАЧ). Возбудители боррелиоза и эрлихиозов являются сочленами природных биоценозов, их экология неразрывно связана с экологией позвоночных животных и кровососущих членистоногих, служащих индикаторами функционирования указанных микроорганизмов в естественных условиях [1, 3, 10]. Изучение данных инфекций приобретает особое значение для регионов с благоприятными для их циркуляции климатическими условиями, обилием и разнообразием видов членистоногих переносчиков и их теплокровных прокормителей. По уровню заболеваемости ИКБ занимает одно из первых мест среди природно-очаговых инфекций и представляет собой актуальную проблему для США, Австралии, ряда европейских стран и России [4, 6, 9, 11, 13, 14].

Современное неблагоприятное развитие эпидемиологической обстановки по иксодовым клещевым боррелиозам в России выдвигает на первый план задачу изучения природных очагов этой инфекции и проведение мониторинга даже в благополучных по данному заболеванию территориях. По уровню заболеваемости инфекция занимает в нашей стране одно из ведущих мест среди всех природно-очаговых зоонозов [4, 7, 8]. Официальная статистическая регистрация МЭЧ и ГАЧ в России введена в 2013 г. Резервуарные хозяева МЭЧ изучены недостаточно. Ими могут быть различные виды мышевидных грызунов, а также некоторые виды иксодовых клещей (*Ixodes ricinus*, *Rhipicephalus bursa*, родов *Haemophysalis*, *Amblyomma*, *Dermacentor*). Возбудитель ГАЧ (*Anaplasma phagocytophilum*) имеет широкий круг резервуарных хозяев, включающий различных млекопитающих (мышевидные и более крупные грызуны, насекомоядные, ежи, дикие копытные, хищные, вплоть до медведей, а также лошади, коровы, овцы, собаки) и птиц. Основными компонентами паразитарной системы ГАЧ являются клещи *I. persulcatus*, *I. trianguliceps*, *I. ovatus*, *Haemophysalis concinna*, *Haem. longicornis*, *Dermacentor silvarum*, *D. marginatus* и *H. marginatum* [2, 4]. Актуальность проблемы определила цель настоящей работы: выявление циркуляции возбудителей иксодового клещевого боррелиоза, моноцитарного эрлихиоза и гранулоцитарного анаплазмоза человека в пробах от носителей и переносчиков трансмиссивных клещевых инфекций методом ПЦР.

Материалы и методы

В работе использованы материалы эпизоотологических обследований, проведенные специалистами Ростовского НИПЧИ в 21 административном районе и 10 городах Ростовской области, в том числе на стационарах многолетнего наблюдения. При проведении ПЦР-анализа для выявления ДНК маркеров *Borrelia spp.* и *Ehrlichia spp.* исследовали пробы шести видов иксодовых клещей (имаго самцы и самки, личинки, нимфы, напившиеся крови и голодные), 25 видов различных кровососущих членистоногих, пробы 12 видов грызунов и мелких млекопитающих (в том числе летучих мышей), пробы мозга 12 видов птиц.

Сбор объектов исследования в открытых стационарах (лесопосадки, балки, овраги и др.) и с прокормителей (крупного рогатого скота, собак) осуществляли по общепринятой методике согласно МУ 3.1.3012-12 и СП 3.1.3310-15 в период с апреля по сентябрь. Исследовали как единичные объекты, так и пулы, состоящие не более чем из 10 особей. При формировании пулов учитывали род, вид, фазу развития, дату и место сбора.

При исследовании использовали наборы для выявления ДНК (ООО «Лаборатория Изоген») и наборы реагентов для обнаружения ДНК возбудителей инфекционных болезней методом полимеразной цепной реакции (*B. burgdorferi*; *B. garinii*; *B. afzelii* и *Borrelia spp.* (*B. burgdorferi* + *B. garinii* + *B. afzelii*)), а также наборы реактивов для амплификации ДНК *Ehrlichia spp.*; *Ehrlichia (Anaplasma) phagocytophilum*; *Ehrlichia murrise/yamadaguchi* (ООО «Лаборатория Изоген»). Амплификацию проводили согласно рекомендациям фирмы-производителя.

Результаты и обсуждение

Мониторинг трансмиссивных клещевых инфекций, в частности ИКБ, в Ростовской области в плане научных и прикладных исследований осуществляется с 2007 г., когда впервые была выявлена ДНК *Borrelia burgdorferi s.l.* в пробах от клещей *I. ricinus*, собранных в весенне-осенний период с последующим установлением геновида *B. afzelii* [5]. Ежегодно Ростовским НИПЧИ проводится мониторинг объектов окружающей среды с целью выявления ДНК возбудителей клещевых инфекций – боррелиоза и эрлихиозов (мониторинг последних с 2014 г.) с расширением списка видового разнообразия как переносчиков (клещи, кровососущие членистоногие), так и прокормителей (мелкие млекопитающие и птицы). В представленной работе приведены данные за последние три года.

В 2014 г. в плане мониторинга природных очагов на выявление ДНК возбудителей боррелиозов исследовано 320 проб (клещи – *I. ricinus*, *R. rossicus*, *D. marginatus*, *H. punctata*; насекомоядные – белозубка малая; грызуны – полевка обыкновенная, мышь

лесная, мышь домовая; птицы – цапля серая, чайка озерная, чайка-хохотунья, речная крачка, грач, ворона серая, скворец, воробей полевой). Положительными оказались 17 проб – все содержали ДНК боррелий, принадлежащих к генотипу *B. afzelii* (5,3 %). ДНК боррелий обнаружена в пробах клещей (имаго и нимфы, единичные экземпляры и пулы), насекомых, грызунов (единичные особи и пулы по 3–5 экз.: белозубка малая, мышь лесная, мышь домовая) и птиц (единичные особи и пулы по 3–5 экз.: чайка озерная, грач, ворона серая, воробей полевой). При выявлении в ПЦР ДНК эрлихий (240 проб), положительными оказались 22 пробы, содержащие ДНК *Ehrlichia spp.* (9,2 %) (имаго клещей, единичные и пулы; комары – пулы по 25–50 экз.; грызуны – единичные экземпляры и пулы: мышь лесная, мышь домовая, полевка обыкновенная; птицы – чайка озерная, грач, ворона серая, скворец, воробей полевой, воробей домовый). ДНК возбудителей моноцитарного эрлихиоза (*E. muris/yamodoguchi*) и гранулоцитарного анаплазмоза человека (*A. phagocytophilum*) не обнаружено.

В 2015 г. исследовано 228 проб (клещи *I. ricinus*, *R. rossicus*, *D. marginatus*, комары, мухи-кровососки, оводы и др.; насекомоядные – белозубка малая, бурозубка обыкновенная; грызуны – полевка обыкновенная, мышь лесная, мышь домовая и заяц-русак; птицы – баклан большой, цапля серая, чайка озерная, чайка-хохотунья, речная крачка, грач, ворона серая, галка, сорока, скворец, воробей полевой). При исследовании на боррелиоз 28 проб оказались положительными. Во всех пробах обнаружена ДНК *B. afzelii* (12,2 %) (имаго и нимфы клещей – все три вида; мухи-кровососки – пулы по 50–100 экз.; насекомоядные – белозубка малая; грызуны – полевка обыкновенная, мышь лесная, мышь домовая; птицы – чайка озерная, грач, ворона серая). При выявлении в ПЦР ДНК *Ehrlichia spp.* (2,6 %) положительными оказались 6 проб (имаго клещей – пулы по 10 экз.; грызуны – мышь домовая; птицы – чайка озерная, ворона серая, воробей полевой). В двух пробах обнаружена ДНК *A. phagocytophilum* (0,9 %) (имаго клещей *I. ricinus*, пулы по 10 экз.). В исследованных пробах ДНК *E. muris/yamodoguchi* не обнаружено.

В 2016 г. исследовано 469 проб (клещи *I. ricinus*, *R. rossicus*, *D. marginatus*, *H. marginatus*, *D. reticulatus*, комары, мухи-кровососки, оводы и др., всего 25 видов); насекомоядные – бурозубка обыкновенная, белозубка малая; рукокрылые – рыжая вечерница, нетопырь-карлик, нетопырь средиземноморский, поздний кожан; грызуны – полевка обыкновенная, мышь лесная, мышь домовая, мышь желтогорлая, крыса серая и заяц русак; птицы – баклан большой, цапля серая, чайка озерная, чайка-хохотунья, речная крачка, ласточка деревенская, галка, грач, ворона серая, сорока, скворец, воробей полевой. При ПЦР-анализе на наличие ДНК возбудителей боррелиоза 153 пробы (32,6 %) оказались положительными; все возбудители принадлежат к виду *B. afzelii*. При выявлении в ПЦР ДНК эрлихий положительными ока-

зались 100 проб (21,3 %). В десяти из них выявлена ДНК *E. muris/yamodoguchi* (2,1 %) (имаго клещей – все виды; грызуны – мышь лесная). В десяти пробах обнаружена ДНК *A. phagocytophilum* (2,1 %) (имаго клещей; рукокрылые – рыжая вечерница; грызуны – мышь лесная, мышь домовая).

Таким образом, процент обнаружения ДНК возбудителей клещевых инфекций в среднем за три года составил: *B. afzelii* – 16,7 %; *Ehrlichia spp.* – 11,0 %; *A. phagocytophilum* – 2,4 % и *E. muris/yamodoguchi* – 0,7 %.

ДНК *B. burgdorferi s.l.* генотипа *B. afzelii* выявлена в пробах клещей *I. ricinus*, собранных в открытых станциях, лесных биотопах Азовского, Веселовского, Матвеево-Курганского, Куйбышевского, Каменского, Аксайского, Усть-Донецкого, Шолоховского районов и городов Каменск-Шахтинский, Новошахтинск, Гуково, Зверево, Ростов-на-Дону; снятых с людей в Боковском, Тарасовском, Матвеево-Курганском, Семикаракорском, Шолоховском районах, городах Красный Сулин, Миллерово, Таганрог, Сальск; с крупного рогатого скота – в Шолоховском, Кагальницком районах; снятых с других прокормителей (собаки, ежи) в Шолоховском районе и в пробах от млекопитающих: белозубки малой, полевки обыкновенной, мышей домовая и лесная, крысы серой, зайца-русака, что подтверждает существование природного очага ИКБ на территории области. Положительный результат получен в пробах от летучих мышей (кожан поздний, нетопырь-карлик, вечерница рыжая), доставленных из Азовского района. По мнению В.В.Кучерука [6], эти находки следует расценивать как случайное вовлечение рукокрылых в эпизоотии, протекающие в популяциях других млекопитающих. Положительные результаты проб от баклана большого, цапли серой, чайки озерной, грача, вороны серой, сороки, скворца обыкновенного, воробья полевого, добытых в Азовском, Веселовском, Каменском, Мясниковском, Аксайском, Сальском, Неклиновском районах, указывают на экологическую связь боррелий с птицами, которые могут быть резервуаром возбудителей и носителями зараженных клещей [12].

Таким образом, с использованием ПЦР-диагностики установлено, что переносчиками и резервуаром *B. burgdorferi s.l.* генотипа *B. afzelii* в природных очагах преимущественно с интразональными лесными ландшафтами, а также в антропоургических очагах являются иксодовые клещи *I. ricinus*, *R. rossicus*, *D. marginatus*, *D. reticulatus*, *H. punctata*, *H. marginatum*.

С учетом векторного и гостального компонентов природного очага ИКБ, а именно инфицированных клещей, их прокормителей и птиц, установлено, что ареал *B. burgdorferi s.l.* включает 21 административный район и 10 городов Ростовской области. С 2013 г. природный очаг ИКБ является валентным в связи с выявлением и официальной регистрацией больных ИКБ в Ростовской области.

В 2014 г. впервые проведены с применением ПЦР исследования сочленов паразитарной системы на спонтанную зараженность возбудителями моноцитарного эрлихиоза человека. ДНК *Ehrlichia spp.* выявлены в пробах клещей – *D. marginatus*, *R. rossicus*; в пробах мелких млекопитающих – полевка обыкновенная, мышь домовая и мышь лесная; в пробе от скворца обыкновенного. Далее география обнаружения (с помощью ПЦР-анализа) и видовой состав переносчиков расширялся. Так, по состоянию на 2016 г. в паразитарную систему природного очага входят: *D. marginatus* (Азовский, Мясниковский, Веселовский, Неклиновский районы, Ростов-на-Дону), *D. reticulatus* (Азовский, Матвеево-Курганский районы), *R. rossicus* (Веселовский, Матвеево-Курганский районы, Ростов-на-Дону), *I. ricinus* (Ростов-на-Дону, Азовский, Каменский, Куйбышевский Неклиновский районы); полевка обыкновенная (Ростов-на-Дону, Неклиновский район), мыши лесная (Куйбышевский, Веселовский районы, Ростов-на-Дону) и домовая (Веселовский район, Ростов-на-Дону), крыса серая (Ростов-на-Дону), заяц-русак (Аксацкий район и Ростов-на-Дону); чайка озерная (Неклиновский район), ласточка деревенская (Ростов-на-Дону); галка (Сальский район); грач (Аксацкий и Веселовский районы); ворона серая (Аксацкий район); скворец обыкновенный (Азовский район); воробей полевой (Аксацкий район). Таким образом, ареал распространения эрлихий включает восемь административных районов и город Ростов-на-Дону.

В 2015–2016 гг. ДНК возбудителя гранулоцитарного анаплазмоза человека (*A. phagocytophilum*) обнаружена в пробах от клещей *I. ricinus*, собранных в Манычском лесу Веселовского района и в г. Шахты. Установлено включение в циркуляцию возбудителя ГАЧ клещей *D. marginatus* (Мясниковский район), *D. reticulatus* (Азовский район) и *R. rossicus* (Ростов-на-Дону, Матвеево-Курганский район); мелких млекопитающих – мышь лесная и рыжая вечерница (Ростов-на-Дону), мышь домовая (Мясниковский район); птиц – ворона серая (Неклиновский район).

В 2014 г. впервые на территории области проведены исследования сочленов паразитарной системы на наличие возбудителя МЭЧ и ГАЧ. *Ehrlichia spp.* выявлена в пробах клещей *D. marginatus*, *R. rossicus*, *H. punctata* и *I. ricinus*; в пробах комаров, кровососущих мух и в пробах мелких млекопитающих (в том числе летучих мышей) и птиц. Необходимо отметить, что территории, где выявлены *Ehrlichia spp.*, являются сочетанными с природными очагами клещевого вирусного энцефалита [1] и клещевыми боррелиозами.

Таким образом, использование ПЦР-диагностики, используемой в молекулярной эпидемиологии, позволило установить ежегодное расширение ареала боррелий с включением в циркуляцию новых видов иксодовых клещей, мелких млекопитающих и птиц. На территории области впервые выявлена

циркуляция возбудителей МЭЧ и ГАЧ и определенные территориально сочетанные очаги МЭЧ, ГАЧ и ИКБ. Сложившаяся ситуация требует комплексного подхода к профилактике заболеваний клещевыми инфекциями и диктует необходимость дальнейшего изучения всех компонентов паразитарных систем природных очагов. Проведение ПЦР-диагностики представляется важным для оценки распространения возбудителей клещевых инфекций на территории Ростовской области, прогнозирования эпидемиологической обстановки и проведение профилактических мероприятий в данном регионе.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворцова И.В., Москвитина Э.А., Романова Л.В., Пичурина Н.Л., Орехов И.В., Забашта М.В., Савченко А.П. Сочетанные очаги «клещевых» природно-очаговых инфекций и микст-инфицированность на примере Ростовской области. *Пест-менеджмент*. 2015; 3:14–8.
2. Дворцова И.В., Москвитина Э.А., Романова Л.В., Пичурина Н.Л., Орехов И.В., Савченко А.П., Забашта М.В., Феров Д.А., Адаменко В.И. О выявлении «новых» для Ростовской области клещевых инфекций. *Пест-менеджмент*. 2016; 3:24–9.
3. Козлова И.В., Верхозина М.М., Демина Т.В., Джиоев Ю.П., Дорошенко Е.К., Лисак О.В., Карань Л.С., Колясников Н.М., Рар В.А., Фоменко Н.В., Ткачев С.Е., Богомазова О.Л., Борисов В.А., Злобин В.И. Сочетанные очаги трансмиссивных клещевых инфекций на территории Прибайкалья. *Эпидемиол. и вакцинопрофилактика*. 2010; 4(53):40–6.
4. Коренберг Э.И. Инфекции, передающиеся иксодовыми клещами в лесной зоне, и стратегия их профилактики: изменение приоритетов. *Эпидемиол. и вакцинопрофилактика*. 2013; 5(72):7–17.
5. Кормиленко И.В., Пичурина Н.Л., Романова Л.В., Айдинов Г.Т., Швагер М.М., Москвитина Э.А. Выявление боррелий на территории Ростовской области методом ПЦР. *Вестник Российской военно-мед. академии*. 2008; (приложение, ч. 2):213–14.
6. Кучерук В.В. Млекопитающие – носители болезней, опасных для человека. В кн: Избранные труды по природной очаговости болезней. М.: Русаки; 2006. С. 306.
7. Орлова Т.Н., Василенко Н.Ф., Афанасьев Е.Н., Чумакова И.В., Санникова И.В., Куличенко А.Н. Изучение циркуляции возбудителя Лайм боррелиоза в Ставропольском крае. *Пробл. особо опасных инф.* 2008; 2(96):20–2.
8. Попов Н.В., Куклев Е.В., Топорков В.П., Адамов А.К., Щербак С.А., Малецкая О.В., Ковтунов А.И., Яшкулов К.Б., Кабин В.В., Подсвилов А.В., Кологоров А.И., Кузнецов А.А., Матросов А.Н., Князева Т.В., Григорьев М.П., Санджиев В.Б.Х., Осипов В.П., Пискунова Н.В., Сангаджиева Г.В. Сочетанные природные очаги бактериальных, риккетсионных и вирусных инфекционных болезней в регионе Северо-Западного Прикаспия. *Пробл. особо опасных инф.* 2010; 1(103):44–7.
9. Hubalek Z. Epidemiology of Lyme borreliosis. *Curr. Probl. Dermatol.* 2009; 37:31–50.
10. Mayne P.J. Emerging incidence of Lyme borreliosis, babesiosis and granulocytic ehrlichiosis in Australia. *Int. J. Gen. Med.* 2011; 4:845–52.
11. Rizzoli A., Hauffe H., Carpi G., Vourch G., Neteler M., Rosa R. (2011). Lyme borreliosis in Europe. *Euro Surveill.* 2011; 16:1–8.
12. Olsen B., Jaenson T.G., Bergstrom S. Prevalence of *Borrelia burgdorferi sensu lato* infected tick on migrating birds. *App. Environ. Microbiol.* 1995; 61:3082–87.
13. Swaison K.J., Norris D.E. Co-circulation microorganisms in questing *Ixodes scapularis* nymphs in Maryland. *J. Vector Ecol.* 2007; 32(2):243–51.
14. Wilhelmsson P., Eryland L., Borjesson S., Nordgren J., Bergstrom S., Emerudt J., Torsberg P., Lidgren P.F. Prevalence and diversity of *Borrelia* species in ticks that have bitten humans in Sweden. *J. Clin. Microbiol.* 2010; 48(11):4169–76.

References

1. Dvortsova I.V., Moskvitina E.A., Romanova L.V., Pichurina N.L., Orekhov I.V., Zabashita M.V., Savchenko A.P. [Combined foci of tick-borne

natural-focal infections and mixed infection by the example of the Rostov Region]. *Pest-Management*. 2015; 3:14–8.

2. Dvortsova I.V., Moskvitina E.A., Romanova L.V., Pichurina N.L., Orekhov I.V., Savchenko A.P., Zhabashita M.V., Feronov D.A., Adamenko V.I. [Concerning the “new” for the Rostov Region tick-borne infections]. *Pest-Management*. 2016; 3:24–9.

3. Dzhioev Yu.P., Doroshchenko E.K., Lisak O.V., Karan' L.S., Kolyasnikova N.M., Rar V.A., Fomenko N.V., Tkachev S.E., Bogomazova O.L., Borisov V.A., Zlobin V.I. [Combined foci of transmissible tick-borne infections in the territory of the Baikal region]. *Epidemiol. Vaksino prof.* 2010; 4(53):40–6.

4. Korenberg E.I. [Tick-borne infections in the forest landscapes and strategy for their prevention: shift of priorities]. *Epidemiol. Vaksino prof.* 2013; 5(72):7–17.

5. Kormilenko I.V., Pichurina N.L., Romanova L.V., Aidinov G.T., Shvager M.M., Moskvitina E.A. [Detection of *Borrelia* in the territory of the Rostov Region using PCR]. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2008; (Suppl. Pt 2):213–4.

6. Kucheruk V.V. [Mammals – carriers of the diseases hazardous for humans]. In: [Selected Works on Natural Focality of the Diseases]. M.: “Rusaki”, 2006; 306 p.

7. Orlova T.N., Vasilenko N.F., Afanasiev E.N., Chumakova I.V., Sannikova I.V., Kulichenko A.N. [Studying the circulation of etiological agent of Lyme borreliosis in Stavropol Region]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 2008; 2(96):20–2.

8. Popov N.V., Kouklev E.V., Toporkov V.P., Adamov A.K., Scherbakova S.A., Maletskaya O.V., Kovtunov A.I., Yashkulov K.B., Kabin V.V., Podsvirov A.V., Kologorov A.I., Kuznetsov A.A., Matrosov A.N., Knyazeva T.V., Grigoryev M.P., Sandzhiev V.B.-Kh., Ossipov V.P., Piskunova N.V., Sangadzhieva G.V. [Combined natural foci of bacterial, rickettsial, and viral infectious diseases in the north-west Precaspian Region]. *Probl. Osobo Opasn. Infek.* 2010; 1(103):44–7.

9. Hubalek Z. Epidemiology of Lyme borreliosis. *Curr. Probl. Dermatol.* 2009; 37:31–50.

10. Mayne P.J. Emerging incidence of Lyme borreliosis, babesiosis and granulocytic ehrlichiosis in Australia. *Int. J. Gen. Med.* 2011; 4:845–52.

11. Rizzoli A., Haufler H., Carpi G., Vourch G., Neteler M., Rosa R. (2011). Lyme borreliosis in Europe. *Euro Surveill.* 2011; 16:1–8.

12. Olsen B., Jaenson T.G., Bergstrom S. Prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato infected tick on migrating birds. *App. Environ. Microbiol.* 1995; 61:3082–87.

13. Swaison K.J., Norris D.E. Co-circulation microorganisms in questing *Ixodes scapularis* nymphs in Maryland. *J. Vector Ecol.* 2007; 32(2):243–51.

14. Wilhelmsson P., Eryland L., Borjesson S., Nordgren J., Bergstrom S., Ernerudt J., Torsberg P., Lidgren P.F. Prevalence and diversity of *Borrelia* species in ticks that have bitten humans in Sweden. *J. Clin. Microbiol.* 2010; 48(11):4169–76.

Authors:

Romanova L.V., Dvortsova I.V., Moskvitina E.A., Borodina T.N., Pichurina N.L., Savchenko A.P., Zhabashita M.V., Orekhov I.V., Zhabashita A.V. Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute. 117/40, M.Gor'kogo St., Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation. E-mail: plague@aaanet.ru.

Об авторах:

Романова Л.В., Дворцова И.В., Москвитина Э.А., Бородина Т.Н., Пичурин Н.Л., Савченко А.П., Зhabашита М.В., Орехов И.В., Зhabашита А.В. Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт. Российская Федерация, 344002, Ростов-на-Дону, ул. М.Горького, 117/40. E-mail: plague@aaanet.ru.

Поступила 10.05.17.