

# АНАЛИЗ ИНФИЦИРОВАННОСТИ КЛЕЩЕЙ ВИДОВ *IXODES PERSULCATUS* И *DERMACENTOR RETICULATUS* ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ТРАНСМИССИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Волков<sup>1</sup>, Е.А. Бессолицына<sup>1</sup>, Ф.С. Столбова<sup>2</sup>, И.В. Дармов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Вятский государственный университет, г. Киров, Россия

<sup>2</sup> Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров, Россия

**Резюме.** К трансмиссивным клещевым заболеваниям относятся боррелиоз, энцефалит, анаплазмоз, эрлихиоз и бабезиоз, которые могут быть опасны как для человека, так и для животных. Некоторые из них способны протекать у животных бессимптомно, что может значительно усложнять их обнаружение. В настоящее время в Российской Федерации регистрируется заболеваемость только клещевым энцефалитом и боррелиозом. Распространенность анаплазмоза, эрлихиоза и бабезиоза на отдельных территориях РФ не известна. Цель работы — определение наличия возбудителей клещевых трансмиссивных инфекций у клещей разных видов, собранных на территории Кировской области в 2010–2015 гг. методом ПЦР. Для определения наличия зависимости между долей инфицированных клещей и их видом, были разработаны праймеры и условия проведения полимеразной цепной реакции; разработана и апробирована методика выделения суммарных нуклеиновых кислот из фиксированных и живых клещей. Установлено, что основными векторами на территории Кировской области являются два вида клещей: *Ixodes persulcatus* и *Dermacentor reticulatus*. Показано, что доля инфицированных особей этих видов варьирует. Не выявлено существенных различий в доле особей, инфицированных вирусом клещевого энцефалита и боррелиями, в то время как для переносчиков анаплазмоза, эрлихиоза и бабезиоза такая разница присутствует.

**Ключевые слова:** клещевые трансмиссивные инфекции, клещевой энцефалит, болезнь Лайма, боррелиоз, анаплазмоз, эрлихиоз, бабезиоз, полимеразная цепная реакция.

## ANALYSIS OF TICKS OF *IXODES PERSULCATUS* AND *DERMACENTOR RETICULATUS* SPECIES WITH TRANSMISSIBLE DISEASES IN KIROV REGION

Volkov S.A.<sup>a</sup>, Bessolytsina E.A.<sup>a</sup>, Stolbova F.S.<sup>b</sup>, Darmov I.V.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Vyatka State University, Kirov, Russian Federation

<sup>b</sup> Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, Russian Federation

**Abstract.** Borreliosis, encephalitis, anaplasmosis, ehrlichiosis and babesiosis belongs to tick-borne transmissible diseases. These diseases are dangerous for human and animals as well. Moreover, some animals can have no clinical signs of these diseases. These diseases are widely spread across Russian Federation, although only encephalitis and borreliosis (Lyme disease) are being monitored nowadays. At the same time anaplasmosis, ehrlichiosis and babesiosis (pyroplasmosis) are not being monitored. Thus a goal of monitoring of these diseases appears. The main vector for these diseases are ticks.

### Адрес для переписки:

Волков Станислав Александрович  
610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, 36,  
ФГБОУ ВО Вятский государственный университет.  
Тел.: 8 (922) 926-61-05 (моб.).  
E-mail: volkov210691@mail.ru

### Contacts:

Stanislav A. Volkov  
610000, Russian Federation, Kirov, Moskovskaya str., 36,  
Vyatka State University.  
Phone: +7 (922) 926-61-05 (mobile).  
E-mail: volkov210691@mail.ru

### Библиографическое описание:

Волков С.А., Бессолицына Е.А., Столбова Ф.С., Дармов И.В. Анализ инфицированности клещей видов *Ixodes persulcatus* и *Dermacentor reticulatus* трансмиссивными заболеваниями на территории Кировской области // Инфекция и иммунитет. 2016. Т. 6, № 2. С. 173–178. doi: 10.15789/2220-7619-2016-2-173-178

### Citation:

Volkov S.A., Bessolytsina E.A., Stolbova F.S., Darmov I.V. Analysis of ticks of *Ixodes persulcatus* and *Dermacentor reticulatus* species with transmissible diseases in Kirov region // Russian Journal of Infection and Immunity = Infektsiya i immunitet, 2016, vol. 6, no. 2, pp. 173–178. doi: 10.15789/2220-7619-2016-2-173-178

Ticks can carry and transmit causative agents of the diseases to domestic and wild animals. Thus a goal of monitoring transmissible diseases in different population of ticks gathered in our country appears. In this study PCR was chose. This method is perspective and is widely used to detect infectious diseases nowadays. Moreover this method allows getting results in quite short period of time. The goal of this work is to determine the presence of causative agents of tick-borne diseases in ticks of different species gathered in different areas of Kirov region in 2010–2015 with the help of PCR. Moreover the goal was to determine if there is a relation between a number of infected ticks and its species. To solve these goal a primers, PCR conditions, method of extraction of total nucleic acid from fixed and alive ticks were engineered. Method of extraction of total nucleic acids allowed with the help of a reverse transcriptase to determine tick-borne encephalitis virus in samples. Analyzed ticks were gathered in Kirov region. It was determined that main vectors in these region are of an *Ixodes persulcatus* and a *Dermacentor reticulatus* species. It was proved that the number of infected ticks can vary in time. It was also proved that there is no significant difference in the number of infected with TBEV and Lyme disease causative agents but there is a significant difference in the number of infected ticks with anaplasmosis, ehrlichiosis and babesiosis causative agents.

**Key words:** tick-borne transmissible infections, tick-borne encephalitis, Lyme disease, borreliosis, anaplasmosis, ehrlichiosis, babesiosis, polymerase chain reaction.

Основными трансмиссивными заболеваниями, распространенными на территории РФ, являются клещевой энцефалит, болезнь Лайма, анаплазмоз, эрлихиоз и бабезиоз. Проблема распространения клещевых трансмиссивных инфекций в настоящее время становится все более актуальной. Эти заболевания наносят значительный ущерб здоровью домашних и сельскохозяйственных животных, а также представляют опасность для человека.

Клещевой энцефалит (tick borne encephalitis, TBE) — природно-очаговая вирусная инфекция, характеризующаяся лихорадкой, интоксикацией и поражением серого вещества головного мозга и/или оболочек головного и спинного мозга. Заболевание может привести к стойким неврологическим, психиатрическим осложнениям и даже к летальному исходу.

Вирус клещевого энцефалита (ТБЕВ) — нейротропный, РНК-содержащий. Относится к роду *Flavivirus*, входит в семейство *Flaviviridae* экологической группы арбовирусов [6, 12]. В настоящее время известно три генетических типа (изоформы) вируса, существенно различающихся по симптомам и прогнозу вызываемого ими заболевания: дальневосточный, сибирский и западноевропейский [12].

Болезнь Лайма (клещевой боррелиоз, Лайм-боррелиоз) — инфекционное, преимущественно трансмиссивное заболевание, обладающее большим полиморфизмом клинических проявлений, часто имеющее хроническое и рецидивирующее течение. Поражаются кожные покровы, нервная и сердечно-сосудистая система, опорно-двигательный аппарат [7]. Патогенными для человека в настоящее время считают только три вида боррелий: *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. garinii*, *B. afzelii* [7]. На территории Российской Федерации доминирующее распространение имеет *B. garinii* [9]. Клещевой боррелиоз — это системное заболевание, характеризующееся полиморфизмом клинических проявлений

Боррелии — грамотрицательные жгутиковые [20] спиралевидные микроорганизмы, подвиж-

ны, анаэробы. Оптимальная температура роста — 33°C [17]. Боррелии колонизируют различные органы и ткани, включая суставы и сердце, где вызывают воспалительную реакцию [15]; преимущественно поражают клетки соединительной ткани [7].

Анаплазмоз — трансмиссивная, природноочаговая, инфекционная болезнь крупного и мелкого рогатого скота. Характеризуется острой неспецифической лихорадкой, ознобом, сильной головной, мышечной болями, болью в животе, слабостью. Зачастую регистрируется тромбоцитопения и лейкопения, сопровождающиеся нарушением функции печени и почек. Летальность — 3–10% [4].

Анаплазмы — типичные прокариоты, не имеющие клеточной оболочки, близки к риккетсиям (порядок *Rickettsiales*) [18]. Анаплазмы способны поражать разные клетки — нейтрофилы, тромбоциты или эритроциты, являются облигатными внутриклеточными паразитами, неподвижны, являются строгими анаэробами.

Эрлихиозы — природно-очаговая трансмиссивная инфекция, вызываемая микроорганизмами рода *Ehrlichia*: *E. chaffeensis*, *E. muris*. Эрлихиоз как заболевание человека стал регистрироваться лишь с 1986 г. Все заболевания данной группы вызываются представителями рода *Ehrlichia*, основным хозяином которых являются собаки. Случаи заболевания регистрируются весной, летом и осенью, пик приходится на май–июль [2, 8].

Эрлихии представляют собой мелкие грамотрицательные бактерии (в длину от 0,5 до 1,5 мкм). Являются облигатными паразитами, формируют микроколонии в фагосомах [10].

Бабезиозы — инвазионные трансмиссивные болезни животных и человека, вызываемые простейшими рода *Babesia*. Заболевания протекают с проявлениями лихорадки, анемии, желтухи, гемоглобинурии. Наибольшее ветеринарное значение имеют бабезиозы мелкого и крупного рогатого скота, а также собак. Распространены повсеместно в пределах ареалов переносчиков — нескольких видов пастбищных клещей [14].

Бабезия — внутриклеточный эукариотический паразит, поражающий эритроциты крови крупного рогатого скота, лошадей, овец, свиней, собак, человека. Бабезии имеют различную форму и размеры. Чаще встречаются кольцевые формы, располагающиеся вдоль стенок эритроцита. Пары бабезий образуют грушевидные формы. Зараженность эритроцитов составляет от долей процента (бессимптомные формы заболеваний) до десятков процентов (острые формы) [3, 16].

Экологически возбудители клещевых трансмиссивных инфекций тесно связаны с иксодовыми клещами и их прокормителями. Для Евроазиатского континента наиболее важное эпидемиологическое значение имеют клещи *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus*. Природные очаги трансмиссивных заболеваний поддерживаются благодаря циркуляции возбудителей между клещами и позвоночными. Иксодовые клещи служат не только переносчиками возбудителей, но также выполняют функцию их резервуаров [11]. Основными переносчиками клещевых трансмиссивных заболеваний в Кировской области являются таежные клещи *Ixodes persulcatus*. Однако в связи с изменениями климата, отмечаемыми в последние годы, в некоторых районах Кировской области были выделены луговые клещи (*Dermacentor reticulatus*), и, следовательно, появилась задача мониторинга клещей и этого вида [19].

Целью исследования являлось определение с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) процента клещей, инфицированных боррелиозом, анаплазмозом, эрлихиозом и бабезиозом, а также вирусом клещевого энцефалита (с помощью обратной транскрипции [ОТ]), собранных на территории Кировской области, в зависимости от их видовой принадлежности.

## Материалы и методы

*Сбор клещей и определение вида.* Сбор клещей проводили с растительного покрова на движущегося учётчика и флаг или волокушу из вафельной ткани размером 60 x 100 см [5], а также с людей и домашних животных (собак, кошек).

Идентификацию клещей, выделенных из природных источников, проводили по определительным таблицам Н.А. Филипповой [13].

*Выделение и амплификация ДНК.* Суммарную ДНК экстрагировали с помощью гуанидинтиоизоцианатного метода [1] из клещей, фиксированных в 70% этиловом спирте.

Исследование нуклеиновых кислот, выделенных из клещей, проводили с использованием обратной транскрипции-полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР). Для проведения реакции был использован праймер TBEV-R 5'-CTC-ATG-TTC-AGG-CCC-AAC-CA-3'.

Для амплификации использовали следующие праймеры:

- TBEV-E(F) 5'-ACA-CCG-GAG-ACT-ATG-TTG-CCG-CA-3';
- TBEV-E(R) 5'-CCG-TTG-GAA-GGT-GTT-CA-CT-3 [20].

Состав реакционной смеси для ПЦР: 1 мкл пробы, однократный буфер для ПЦР без магния («Sybenzyme») — 1 мкл, 3 mM MgCl<sub>2</sub> — 0,6 мкл, 200 мкмоль смеси дезоксирибонуклеозидтрифосфатов («Sybenzyme») — 0,5 мкл, прямой и обратный праймеры по 10 пмоль каждого («Syntol») по 1 мкл, 1,25 ед. а. Таq-полимеразы («Sybenzyme») — 0,75 мкл, вода до конечного объема 10 мкл.

Условия ПЦР: 1 цикл денатурации — 94°C, 5 мин; 40 циклов — 94°C, 30 с; 57°C, 30 с и 72°C, 30 с; 1 цикл достройки — 72°C, 5 мин.

Для проведения реакции ПЦР на наличие ДНК боррелий были использованы следующие праймеры:

- 5S-23S Spacer (F) 5'-GAG-AGT-AGG-TTA-TTG-CCA-GGG-3';
- 5S-23S spacer (R) 5'-ACC-ATA-GAC-TCT-TAT-TAC-TTT-GAC-CA-3'.

Для проведения реакции ПЦР на наличие ДНК анаплазм были использованы следующие праймеры:

- 16S pPHK AnapF 5'-GTG-AGA-GAC-TAT-CAC-GTT-GAT-AGG-3';
- 16S pPHK AnapR 5'-AAT-GTT-ACC-GGG-TGT-TTC-ACT-CC-3'.

Для проведения реакции ПЦР на наличие ДНК эрлихий были использованы следующие праймеры:

- 16S pPHK ErIF — 5'-TTG-ACA-TGA-AGG-TCG-TAT-CCC-TCC-3';
- 16S pPHK ErIR — 5'-TTT-CCT-TAG-AGT-GCC-CAG-CAT-TAC-C-3'.

Для проведения реакции ПЦР на наличие ДНК бабезий были использованы следующие праймеры:

- 18SpPHK Bab F — 5'-TTT-GGA-TCC-GGA-TTG-ACA-GAT-TGA-TAG-CTC-TTT-C-3';
- 18S pPHK Bab R — 5'-TTT-AAG-STT-TAG-CGC-GCG-TGC-AGC-CAA-GG-3'.

Состав реакционной смеси для ПЦР: 1 мкл пробы, однократный буфер для ПЦР без магния («Sybenzyme»), 1,5 mM MgCl<sub>2</sub> — 1 мкл, 200 мкмоль смеси дезоксирибонуклеозидтрифосфатов («Sybenzyme») — 0,5 мкл, прямой и обратный праймеры по 10 пмоль каждого («Syntol») — по 1 мкл, 1,25 ед. а. Таq-полимеразы («Sybenzyme») — 0,75 мкл, вода до конечного объема 10 мкл.

Условия ПЦР: 1 цикл денатурации — 94°C, 5 мин; 40 циклов — 95°C, 30 с; 42°C, 30 с и 72°C, 30 с; 1 цикл достройки — 72°C, 5 мин.

Продукты амплификации разделяли в 6% нативном полиакриламидном геле, гель окрашивали бромистым этидием [1].

ТАБЛИЦА. ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ИНФИЦИРОВАННЫХ ОСОБЕЙ

Год	Вид	Общее количество клещей		Инфицировано боррелиями		Инфицировано TBEV		Инфицировано анаплазмами		Инфицировано эрлихиями		Инфицировано бабезиями	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
2010	<i>I. persulcatus</i>	27	39,1	7	10,1	24	34,8	30	43,5	52	75,4		
	<i>D. reticulatus</i>	11	35,5	6	19,3	0	0	0	0	0	0		
2011	<i>I. persulcatus</i>	10	30,3	9	27,3	9	27,3	16	48,5	19	57,6		
	<i>D. reticulatus</i>	2	25	0	0	0	0	0	0	1	12,5		
2012	<i>I. persulcatus</i>	14	16,5	27	31,8	19	22,3	43	50,6	64	75,3		
	<i>D. reticulatus</i>	3	25	0	0	1	8,3	4	33,3	7	58,3		
2013	<i>I. persulcatus</i>	5	12,8	4	10,3	11	28,2	14	35,9	27	69,2		
	<i>D. reticulatus</i>	6	31,6	1	5,3	0	0	0	0	3	15,8		
2014	<i>I. persulcatus</i>	9	10,3	4	4,6	24	27,6	31	35,6	48	55,2		
	<i>D. reticulatus</i>	36	54,5	14	21,2	0	0	1	1,5	6	9,1		
2015	<i>I. persulcatus</i>	41	39	13	12,4	14	13,3	39	37,1	56	53,3		
	<i>D. reticulatus</i>	3	50	1	16,7	0	0	0	0	0	0		

## Результаты и обсуждение

В период с 2010 по 2015 гг. было проанализировано 586 клещей, собранных на территории Кировской области. Наличие возбудителей трансмиссивных инфекций определяли при исследовании суммарных нуклеиновых кислот, выделенных из каждого клеща, с последующей постановкой реакции ПЦР и ОТ-ПЦР. За 2010 г. исследовано 100 клещей, за 2011 г. — 41 клещ, за 2012 г. — 97 клещей, за 2013 г. — 58 клещей, за 2014 г. — 179 клещей, за 2015 г. — 111 клещей.

Было установлено, что основными носителями возбудителей на территории Кировской области являются клещи видов *Ixodes persulcatus* и *Dermacentor reticulatus*. В ходе исследования было установлено, что количество клещей вида *Ixodes persulcatus* составило 418 особей, количество клещей вида *Dermacentor reticulatus* — 142, количество клещей вида *Ixodes ricinus* — 26. При этом за 2010 г. было исследовано 69 клещей вида *Ixodes persulcatus* и 31 клещ вида *Dermacentor reticulatus*, за 2011 г.: 33 вида клеща вида *Ixodes persulcatus* и 8 — вида *Dermacentor reticulatus*, за 2012 г.: 85 — вида *Ixodes persulcatus* и 12 — вида *Dermacentor reticulatus*, за 2013 г.: 39 — вида *Ixodes persulcatus* и 19 — вида *Dermacentor reticulatus*, за 2014 г.: 87 — вида *Ixodes persulcatus* и 66 — вида *Dermacentor reticulatus*, за 2015 г.: 105 — вида *Ixodes persulcatus* и 6 — вида *Dermacentor reticulatus*. Результаты исследования представлены в таблице.

Средний процент инфицированных боррелиями особей вида *Ixodes persulcatus* составил 24,67%. Для клещей вида *Dermacentor reticulatus* средняя доля инфицированных боррелиозом особей составила 36,93%. Достоверной разницы в доле инфицированных клещей в данных популяциях нет (при уровне значимости 5%), за исключением 2014 г. ( $\chi^2 = 35,32$ , при уровне значимости 5%): наблюдается постепенное снижение доли инфицированных особей вида *Ixodes persulcatus*, однако в 2015 г. число инфицированных клещей данного вида растет. Для вида *Dermacentor reticulatus* наблюдается постепенный рост численности инфицированных особей с максимумом в 2014 г. При этом количество исследованных клещей вида *Dermacentor reticulatus* в среднем ниже, что могло повлиять на результаты анализа.

Средняя доля инфицированных TBEV клещей вида *Ixodes persulcatus* составила 16,08%, вида *Dermacentor reticulatus* — 10,42%. Достоверной разницы в доле инфицированных клещей в данных популяциях нет (при уровне значимости 5%), кроме 2012 и 2014 гг. ( $\chi^2 = 5,28$  и 9,98 соответственно, при уровне значимости 5%). Для клещей вида *Ixodes persulcatus* наблюдается рост с максимумом в 2012 г., затем снижение доли инфицированных особей. Для клещей вида *Dermacentor reticulatus* отмечено колебание численности с постепенным увеличением доли

инфицированных особей. В целом, клещи данного вида имеют заметно меньшую долю инфицированных особей.

Средняя доля клещей вида *Ixodes persulcatus*, инфицированных анаплазмами, составила 25,58%. Доля инфицированных клещей данного вида колеблется примерно на одном уровне с небольшой тенденцией к снижению. Для клещей вида *Dermacentor reticulatus* средняя доля инфицированных анаплазмозом клещей составила 1,38%. При этом, инфицированные анаплазмами особи были зафиксированы только в 2012 г. (8,3%), в другие годы инфицированных особей данного вида зафиксировано не было. В среднем, клещи вида *Dermacentor reticulatus* реже являются носителями анаплазм, так как только в 2011, 2012 и в 2015 гг. нет достоверной разницы согласно критерию Фишера, а для 2010 ( $\chi^2 = 14,19$ ), 2013 ( $\chi^2 = 6,61$ ) и 2014 ( $\chi^2 = 21,49$ ) наблюдается достоверная разница при критерии значимости 5%.

Средний процент инфицированных эрлихиями клещей вида *Ixodes persulcatus* составил 41,87%. Наблюдается колебание численности с максимумом в 2012 г. и последующим снижением доли инфицированных особей. Для клещей вида *Dermacentor reticulatus* средний процент инфицированных эрлихиозом особей составил 5,8%. При этом инфицированные особи были зафиксированы только в 2012 и 2014 гг. В среднем, клещи вида *Dermacentor reticulatus* реже являются носителями эрлихий, так как только в 2012 и в 2015 гг. нет достоверной разницы согласно критерию Фишера, а для 2010 ( $\chi^2 = 19,25$ ), 2011 ( $\chi^2 = 6,36$ ), 2013 ( $\chi^2 = 8,99$ ) и 2014 гг. ( $\chi^2 = 26,41$ ) наблюдается достоверная разница при критерии значимости 5%.

Средний процент инфицированных бабезиями клещей вида *Ixodes persulcatus* составил 64,33%. Для данного вида наблюдается колебание доли инфицированных особей с незна-

чительным ее уменьшением. Для клещей вида *Dermacentor reticulatus* средняя доля инфицированных бабезиозом особей составила 15,95%. Наблюдается максимум доли инфицированных особей в 2012 г., но это может быть связано с малым количеством исследованных в том году клещей данного вида. В среднем, клещи вида *Dermacentor reticulatus* значительно реже являются носителями бабезий, так как только в 2012 г. нет достоверной разницы согласно критерию Фишера, а для 2010 ( $\chi^2 = 48,67$ ), 2011 ( $\chi^2 = 8,58$ ), 2013 ( $\chi^2 = 24,61$ ), 2014 ( $\chi^2 = 34,9$ ) и 2015 ( $\chi^2 = 6,46$ ) наблюдается достоверная разница при критерии значимости 5%.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что клещи вида *Dermacentor reticulatus* в среднем имеют меньшую долю инфицированных особей по сравнению с клещами вида *Ixodes persulcatus*. Доля инфицированных особей вида *Dermacentor reticulatus* практически для всех перечисленных заболеваний ниже, за исключением возбудителей боррелиоза. Доля инфицированных энцефалитом особей в среднем отличается незначительно, а доля инфицированных анаплазмозом, эрлихиозом и бабезиозом значительно ниже представителей вида *Ixodes persulcatus*. Это может быть связано с тем, что вид *Ixodes persulcatus* является домашним для территории Кировской области, а вид *Dermacentor reticulatus* появился на территории области относительно недавно, поэтому доля инфицированных особей для данного вида может значительно варьировать.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность Беляевой Татьяне Анатольевне, заведующей ветлечебницей КОГКУ Кировская областная СББЖ и Хмелиной Нине Андреевне, ветеринарному врачу, за предоставление материала для исследования.

## Список литературы/References

1. Бессолицына Е.А., Федяков А.В., Мерзляк Е.М., Колесников А.А. Ген шестой субъединицы АТФазы *Leptomonas seymouri* (Trypanosomatidae) транскрибируется и редактируется в составе полицистронной мРНК // Молекулярная биология. 2005. Т. 39, № 1. С. 61–66. [Bessolitsyna E.A., Fedyakov A.V., Merzlyakov E.M., Kolesnikov A.A. ATPase sixth subunit gene *Leptomonas seymouri* (Trypanosomatidae) transcribed and edited as part of polycistronic mRNA. *Molekulyarnaya biologiya = Molecular Biology*, 2005, vol. 39, no. 1, pp. 61–66. (In Russ.)]
2. Горелова Н.Б., Коренберг Э.И., Постик Д., Котти Б.К. Новые для России виды боррелий – возможные возбудители иксодовых клещевых боррелиозов // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 1999. № 2. С. 3–5. [Gorelova N.B., Korenberg E.I., Postic D., Kotti B.K. Borrelia species new to Russia – possible causative agents of ixodid tick-borne borreliosis. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunologii = Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunology*, 1999, no. 2, pp. 3–5. (In Russ.)]
3. Догель В.А., Полянский Ю.И., Хейсин Е.М. Общая протозоология. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 592 с. [Dogel V.A., Polyansky U.I., Heisin E.M. Obshchaya protozoologiya [Total protozoology]. Moscow: Publ. House of USSR Acad. Sci., 1962, 592 p.]
4. Заявка 2008135545/13 Российская Федерация, МПК C12N1/20; A61K39/02 на патент «Штамм анаплазм «Anaplasma Speciosus Omsk» нового генотипа, используемый для идентификации анаплазм и получения диагностических препаратов / Рудаков Н.В. (RU), Кумпан Л.В. (RU), Самойленко И.Е. (RU), Бейсембаев К.К. (RU), Красиков А.П. (RU); заявитель ФГУН Омский НИИ природно-очаговых инфекций (RU); заявл. 01.09.08; опубл. 27.06.2010; № RU 2393211 ГУ НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи РАМН [The patent application 2008135545/13 of Russian Federation, IPC C12N1/20; A61K39/02 Strain *Anaplasma* “*Anaplasma Speciosus Omsk*” new genotype that is used to identify *Anaplasma* and to produce diagnostic

- preparations / Rudakov N.V. (RU), Kumpan L.V. (RU), Samojlenko I.E. (RU), Bejsembaev K.K. (RU), Krasikov A.P. (RU); applicant Omsk research Institute of natural focal infections: appl. 01.09.08; publ. 27.06.2010; No. RU 2393211 Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after N.F. Gamaleya RAMS]
5. Иерусалимский А.П. Клещевой энцефалит: руководство для врачей. Новосибирск: Наука, 2001. 359 с. [Jerusalymsky A.P. Kleshchevoi entsefalit: rukovodstvo dlya vrachei [Tick-borne encephalitis: guide for physicians]. *Novosibirsk: Nauka, 2001, 359 p.*]
  6. Казанцев А.П., Матковский В.С. Справочник по инфекционным болезням. М: Медицина, 1985. 320 с. [Kazantsev A.P., Matkovskiy V.S. Spravochnik po infektsionnym boleznyam [Handbook of infectious diseases]. *Moscow: Medicine, 1985, 320 p.*]
  7. Мамаев А.Л., Рябченко А.В., Беклемишев А.Б. Генотиповой состав спирохет *Borrelia burgdorferi sensu lato*, циркулировавших в иксодовых клещах, отловленных весной 2008 г. в рекреационной зоне г. Новосибирска // Бюллетень СО РАМН. 2010. Т. 30, № 2. С. 13–16. [Mamaev A.L., Ryabchenko A.V., Beklemishev A.B. Genospecies of the *Borrelia burgdorferi sensu lato* spirochaete, circulated in ixodes ticks collected in the recreational zone of Novosibirsk in spring. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya RAMN = Bulletin of Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Science, 2010, no. 2, pp. 13–16. (In Russ.)*]
  8. Манзенюк И.Н., Манзенюк О.Ю. Клещевые боррелиозы (болезнь Лайма): пособие для врачей. Кольцово: ЗАО Вектор-Бест, 2005. 85 с. [Manzenyuk I.N., Manzenyuk O.U. Kleshchevye borreliozy (bolezny' Laima): posobie dlya vrachei [Lyme borreliosis (Lyme disease). Manual for physicians]. *Koltsovo: JSC Vector-Best, 2005, 85 p.*]
  9. Покровский В.И., Поздеева О.К. Медицинская микробиология. М.: ГЭОТАР Медицина, 1999. 1184 с. [Pokrovsky V.I., Pozdeyeva O.K. Meditsinskaya mikrobiologiya [Medical microbiology] *Moscow: GEOTAR Medicine, 1999, 1184 p.*]
  10. Рудакова С.А., Оберт А.С., Дроздов В.Н. Иксодовые клещевые боррелиозы в Западной Сибири (этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика). Омск: ЦИО, 2004. 39 с. [Rudakova S.A., Aubert A.S., Drozdov V.N. Iksodovye kleshchevye borreliozy v Zapadnoi Sibiri (etiologiya, epidemiologiya, klinika, diagnostika, lechenie i profilaktika) [Ixodes tick borreliosis in Western Siberia (etiology, epidemiology, clinical features, diagnosis, treatment and prevention)]. *Omsk: CIO, 2004, 39 p.*]
  11. Руководство по инфекционным болезням с атласом инфекционной патологии / Под ред. Лобзина Ю.В., Козлова С.С., Ускова А.Н. СПб.: Феникс, 2000. 932 с. [Rukovodstvo po infektsionnym boleznyam s atlasom infektsionnoi patologii. [Guidelines for Infectious diseases with the atlas of infectious diseases / Eds. Lobzin Yu.V., Kozlov S.S., Uskov A.N.]. *St. Petersburg: Feniks, 2000, 932 p.*]
  12. Токаревич К.Н. Важнейшие инфекционные болезни, общие для животных и человека. Л.: Медицина, 1979. 221 с. [Tokarevich K.N. Vazhneishie infektsionnye bolezni, obshchie dlya zhiivotnykh i cheloveka [The most important infectious diseases common to animals and humans]. *Leningrad: Medicine, 1979, 221 p.*]
  13. Филиппова Н.А. Таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze (Acraea, Ixodidae): морфология, систематика, экология, медицинское значение. Л.: Наука. 1985. 416 с. [Filippova N.A. Taezhnyi kleshch *Ixodes persulcatus* Schulze (Acraea, Ixodidae): morfologiya, sistematika, ekologiya, meditsinskoe znachenie [Taiga tick *Ixodes persulcatus* Schulze (Acraea, Ixodidae): morphology, systematics, ecology, medical value]. *Leningrad: Nauka, 1985, 416 p.*]
  14. Шевцов А.А., Колабский Н.А., Никольский С.Н. Паразитология. М.: Колос. 1979. 400 с. [Shevtsov A.A., Kolabsky N.A., Nikolsky S.N. Parazitologiya [Parasitology]. *Moscow: Kolos, 1979, 400 p.*]
  15. Garcia R., Gusmani L., Murgia R., Guarnaccia C., Cinco M., Rottini G. Elastase is the only human neutrophil granule protein that alone is responsible for in vitro killing of *Borrelia burgdorferi*. *Infect. Immun., 1998, vol. 66, no. 4, pp. 1408–1412.*
  16. Levine N.D. Protozoan parasites of domestic animals and of man. *Minneapolis, Burgess Pub. Co., 1961, 412 p.*
  17. Lyme borreliosis and tick-borne encephalitis / Eds.: Oschmann P., Kraiczky P., Halperin J., Brade V. *Bremen: UNI-Med Verlag AG, 1999, 144 p.*
  18. Miklossy J., Kasas S., Zurn D.A., McCall S., Yu S., McGeer L.P. Persisting atypical and cystic forms of *Borrelia burgdorferi* and local inflammation in Lyme neuroborreliosis *J. Neuroinflammation, 2008, vol. 5: 40. doi: 10.1186/1742-2094-5-40*
  19. Sahai H., Anwer Khurshid H. On analysis of epidemiological data involving A 2X2 contingency table: an overview of fisher's exact test and yates' correction for continuity. *J. Biopharm. Stat., 1995, vol. 5, no. 1, pp. 43–70.*
  20. Schotthoefler A.M., Frost H.M. Ecology and epidemiology of Lyme borreliosis. *Clin. Lab. Med., 2015, vol. 35, no. 4, pp. 723–743. doi: 10.1016/j.cll.2015.08.003*

**Авторы:**

**Волков С.А.**, аспирант кафедры микробиологии биологического факультета Вятского государственного университета, г. Киров, Россия;

**Бессолицына Е.А.**, к.б.н., доцент кафедры микробиологии биологического факультета Вятского государственного университета, г. Киров, Россия;

**Столбова Ф.С.**, к.б.н., доцент кафедры зоологии и пчеловодства биологического факультета Вятской государственной сельскохозяйственной академии, г. Киров, Россия;

**Дармов И.В.**, д.м.н., профессор, зав. кафедрой микробиологии биологического факультета Вятского государственного университета, г. Киров, Россия.

**Authors:**

**Volkov S.A.**, PhD Candidate, Department of Microbiology, Biological Faculty, Vyatka State University, Kirov, Russian Federation;

**Bessolytsina E.A.**, PhD., MD (Biology), Associate Professor of Microbiology Department of Microbiology, Biological Faculty, Vyatka State University, Kirov, Russian Federation;

**Stolbova F.S.**, PhD., MD (Biology), Associate Professor, Department of Zoology and Beekeeping, Biological Faculty, Vyatka State Agricultural Academy, Kirov, Russian Federation;

**Darmov I.V.**, PhD., MD (Medicine), Professor, Head of Department of Microbiology, Biological Faculty, Vyatka State University, Kirov, Russian Federation.

Поступила в редакцию 08.10.2015  
Отправлена на доработку 13.01.2016  
Принята к печати 10.02.2016

Received 08.10.2015  
Revision received 13.01.2016  
Accepted 10.02.2016