

УДК 579.253.2

В.А. Рар¹, Т.И. Епихина¹, Е.А. Ефремова², В.А. Марченко³, О.В. Сунцова⁴, О.В. Лисак⁴,
Е.К. Дорощенко⁴, И.М. Зубарева⁵, А.Ю. Тикунов¹, Н.В. Тикунова¹

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ АНАПЛАЗМОЗОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ И ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

¹ ФГБУ «Институт химической биологии и фундаментальной медицины» СО РАН, Новосибирск, Россия
² ФГБНУ «Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока», п. Краснообск,
Новосибирская область, Россия
³ ФГБНУ «Горно-Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Барнаул, Россия
⁴ ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», Иркутск, Россия
⁵ ФГБУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

На наличие ДНК анаплазм методом двухраундовой ПЦР с последующим секвенированием ПЦР-фрагментов были исследованы 452 образца крови крупного рогатого скота, коз и овец из различных районов Республики Алтай, Алтайского края, Новосибирской и Иркутской областей. ДНК внутриэритроцитарных анаплазм (*Anaplasma ovis*, *Anaplasma sp. Omsk* и *Anaplasma sp. Sib122*) была обнаружена во всех исследованных образцах крови коз, в 75,2 % образцов крови овец и в 49,3 % образцов крови крупного рогатого скота. В одном образце крови была также выявлена ДНК *Anaplasma bovis*.

Ключевые слова: анаплазмозы, внутриэритроцитарные анаплазмы, генетический анализ, сельскохозяйственные животные

MOLECULAR GENETIC ANALYSIS OF INFECTION AGENTS OF FARM ANIMALS ANAPLASMOSIS ON THE TERRITORY OF WESTERN AND EASTERN SIBERIA

V.A. Rar¹, T.I. Yepikhina¹, E.A. Yefremova², V.A. Marchenko³, O.V. Suntsova⁴,
O.V. Lisak⁴, E.K. Doroshchenko⁴, I.M. Zubareva⁵, A.Yu. Tikunov¹, N.V. Tikunova¹

¹ Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine, SB RAS, Novosibirsk
² Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and Far East, Krasnoobsk settlement,
Novosibirsk region
³ Gorno-Altay Research Institute of Agriculture, Mayma, Republic of Altay
⁴ Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems, Irkutsk
⁵ Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

A total of 452 blood samples of cattle, sheep and goat collected in different regions of Altai Republic, Altai region, Novosibirsk and Irkutsk regions were examined on the presence of *Anaplasma* DNA using nested PCR with subsequent sequencing of PCR fragments. *Anaplasma* DNA was found in all examined blood samples of goat, 75.2 % samples of sheep, and 49.3 % samples of cattle. A molecular genetic analysis has demonstrated that intraerythrocytic *Anaplasma ovis* circulates in goat and sheep blood, while an intraerythrocytic *Anaplasma sp. Omsk* and a new intraerythrocytic *Anaplasma sp. Sib122*, which cannot be attributed to any known species, circulate in cattle blood. In addition to intraerythrocytic *Anaplasma*, DNA of monocytic *Anaplasma bovis* was found in one blood sample of cattle.

Key words: anaplasmoses, intraerythrocytic *Anaplasma*, genetic analysis, farm animals

Иксодовые клещи являются специфическими переносчиками значительного числа вирусных, бактериальных и протозойных возбудителей инфекционных заболеваний людей, а также диких и домашних животных [12]. Среди патогенов сельскохозяйственных животных большую эпизоотическую значимость имеют бактерии рода *Anaplasma* (сем. Anaplasmataceae), размножающиеся в различных клетках кровеносной системы. Бактерии рода *Anaplasma* являются грамотрицательными облигатными внутриклеточными бактериями, локализованными в виде компактных включений (морул) внутри цитоплазматических вакуолей в клетках крови и в кроветворных органах. Жизненный цикл анаплазм включает стадии размножения в иксодовых клещах и в позвоночных хозяевах [13].

Внутриэритроцитарные анаплазмы *Anaplasma marginale* и *Anaplasma ovis* являются наиболее распространенными возбудителями анаплазмозов

крупного и мелкого рогатого скота в тропических и субтропических зонах. *A. marginale* вызывают заболевания у крупного рогатого скота, причем различные штаммы *A. marginale* различаются по генетическим характеристикам, биологическим свойствам и по патогенности [8]. Основным переносчиком *A. marginale* являются клещи *Rhipicephalus microplus*, однако некоторые штаммы *A. marginale* передаются только механически – через загрязненные инструменты или укусы двукрылых насекомых. *A. ovis* вызывает анаплазмоз у коз и овец, основным переносчиком являются клещи рода *Dermacentor* [9].

Кроме внутриэритроцитарных анаплазм большую эпизоотическую значимость имеют размножающиеся в гранулоцитах *Anaplasma phagocytophilum*. Бактерии *A. phagocytophilum* вызывают как гранулоцитарный анаплазмоз у людей, так и клещевую лихорадку у крупного и мелкого рогатого скота в различных странах Европы [1, 11, 14]. Переносчиками

A. phagocytophilum являются клещи рода *Ixodes*. Еще одним возбудителем анаплазмоза крупного рогатого скота на территории Азии, Африки и Южной Америки является *Anaplasma bovis*. Эти бактерии размножаются в моноцитах, их основными переносчиками служат клещи *Amblyomma variegatum* и *Rhipicephalus appendiculatus* [6]. Все вышеперечисленные возбудители могут вызывать как тяжелые формы анаплазмозов, приводящие к летальным исходам, так и длительно персистирующие инфекции, не имеющие видимых проявлений.

Природные очаги анаплазмозов сельскохозяйственных животных, обусловленные инфицированием внутриэритроцитарными анаплазмами, широко распространены в различных регионах России. В частности, анаплазмоз овец был зарегистрирован на территории Ставропольского края, а анаплазмоз крупного рогатого скота – на территории Рязанской, Челябинской и Омской областей. Несмотря на существование природных очагов анаплазмозов в России, возбудители данных заболеваний практически не изучены. Выявление и идентификация возбудителей основаны в большинстве случаев на анализе мазков крови, что не исключает вероятность постановки неверного диагноза. Наиболее достоверно видовая принадлежность возбудителя может быть установлена с помощью молекулярных методов, таких как видоспецифичная ПЦР, секвенирование продуктов ПЦР или гибридизация продуктов ПЦР с олигонуклеотидными зондами.

Определение вида анаплазм, основанное на применении современных молекулярных методов, в России было проведено только для анаплазм, обнаруженных во время вспышки анаплазмоза крупного рогатого скота в Омской области. Было показано, что возбудителем данной инфекции являются внутриэритроцитарные анаплазмы, названные *Anaplasma* sp. Omsk, которые можно рассматривать как один из штаммов *A. marginale* [2]. Возможными переносчиками *Anaplasma* sp. Omsk являются клещи рода *Dermacentor* [3].

Целью данной работы было выявление возбудителей анаплазмозов мелкого и крупного рогатого скота на территории Западной и Восточной Сибири (Республика Алтай, Алтайский край, Новосибирская и Иркутская области) и проведение молекулярно-генетического анализа выявленных патогенов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для последующего анализа были собраны образцы крови от клинически здоровых коз (65 проб), овец (109 проб) и крупного рогатого скота (278 проб) из различных районов Западной и Восточной Сибири. Места сбора материала показаны в таблице 1. Кровь собирали в пробирки, содержащие ЭДТА. Суммарную ДНК выделяли из образцов крови с использованием наборов «Проба НК» (ДНК-технология, Москва), согласно инструкции.

Все образцы были исследованы методом двухраундовой ПЦР в присутствии праймеров из области гена 16S рРНК на наличие ДНК бактерий *Anaplasma* spp., как описано ранее [4]. Все образцы, содержащие ДНК анаплазм, были дополнительно проанализированы

на наличие ДНК *A. phagocytophilum* посредством проведения ПЦР с видоспецифичными праймерами [4]. У ряда положительных образцов были определены нуклеотидные последовательности фрагментов гена 16S рРНК *Anaplasma* spp. длиной 500–1300 н.п.

Сравнение и анализ полученных нуклеотидных последовательностей выполнены с использованием программ Blastn (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>) и ClustalW (<http://www.ebi.ac.uk/clustalw/index.html>), а филогенетический анализ – с помощью пакета филогенетических программ MEGA 5.0 (<http://www.megasoftware.net/manual.html>).

Нуклеотидная последовательность фрагмента гена 16S рРНК нового генетического варианта анаплазм зарегистрирована в базе данных GenBank под номером KT734729.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Всего на наличие ДНК анаплазм были исследованы 452 образца крови крупного рогатого скота, коз и овец. Образцы крови крупного рогатого скота были собраны в четырех хозяйствах, находящихся на территории Новосибирской области ($n = 50$), Алтайского края ($n = 180$) и Республики Алтай ($n = 48$); образцы крови коз – в трех хозяйствах Республики Алтай ($n = 65$); и образцы крови овец – в пяти хозяйствах Республики Алтай ($n = 30$) и Иркутской области ($n = 79$) (табл. 1).

ДНК *Anaplasma* spp. была обнаружена методом двухраундовой ПЦР в 49,3 и 75,2 % образцов крови крупного рогатого скота и овец, соответственно, а также во всех образцах крови коз. При этом в разных хозяйствах доля образцов крови крупного рогатого скота и овец, содержащих ДНК анаплазм, варьировала от 21,2 до 84,0 % и от 40,0 до 100 %, соответственно (табл. 1). При проведении ПЦР в присутствии видоспецифичных праймеров ни в одном из положительных образцов не была выявлена ДНК *A. phagocytophilum*.

Поскольку в ряде хозяйств образцы крови были взяты спустя значительное время после периода активности клещей (в феврале-марте), полученные данные свидетельствуют о длительной персистенции анаплазм в крови.

Нуклеотидные последовательности фрагмента гена 16S рРНК *Anaplasma* spp. были определены для случайно выбранных 62 образцов от крупного рогатого скота, 25 образцов от коз и 32 образцов от овец. Во всех исследованных образцах от овец и коз были выявлены фрагменты ДНК *A. ovis*, различающиеся между собой единичной нуклеотидной заменой. Выявленные нуклеотидные последовательности *A. ovis* были идентичны последовательностям анаплазм, обнаруженным в клещах *Dermacentor nuttalli* и *Dermacentor niveus*, а также в крови овец и благородных оленей (номера доступа в базе данных GenBank KJ410244, AF318945 и др.) [5, 7].

Результаты генотипирования анаплазм в крови крупного рогатого скота выявили три различных вида (табл. 2, рис. 1). В одном образце крови (Усть-Канский район, Республика Алтай) была обнаружена нуклеотидная последовательность *A. bovis*, идентичная или отличающаяся единичной заменой от последовательностей анаплазм, обнаруженных в

Таблица 1
Выявление ДНК *Anaplasma* spp. в крови сельскохозяйственных животных методом двухраундовой ПЦР

Участок	Район	Время сбора образцов	Вид животных	Число образцов	Число (%) образцов, содержащих ДНК анаплазм
1	Новосибирская область, Карасукский район	май 2013	крупный рогатый скот	50	42 (84,0)
2	Алтайский край, Каменский район	ноябрь 2012	крупный рогатый скот	80	17 (21,2)
2	Алтайский край, Каменский район	февраль 2013	крупный рогатый скот	100	45 (45,0)
3	Республика Алтай, Усть-Канский район	апрель 2013	крупный рогатый скот	20	10 (50,0)
4	Республика Алтай, Шебалинский район	апрель 2013	крупный рогатый скот	28	23 (82,1)
5	Республика Алтай, Онгудайский район	май 2013	козы	20	20 (100)
6	Республика Алтай, Кош-Агачский район	май 2013	козы	16	16 (100)
7	Республика Алтай, Кош-Агачский район	сентябрь 2014	козы	29	29 (100)
7	Республика Алтай, Кош-Агачский район	сентябрь 2014	овцы	30	29 (96,7)
8	Иркутская область, Усть-Удинский район	октябрь 2013	овцы	20	8 (40,0)
9	Иркутская область, Баяндаевский район	октябрь 2013	овцы	20	20 (100)
10	Иркутская область, Осинский район	октябрь 2013	овцы	19	9 (47,4)
11	Иркутская область, Эхирит-Булагатский район	октябрь 2013	овцы	20	16 (80,0)

Таблица 2
Результаты генотипирования *Anaplasma* spp. в образцах крови крупного рогатого скота

Участок	Район	Время сбора образцов	Число генотипированных образцов	Число образцов, содержащих ДНК*		
				<i>A. bovis</i>	<i>Anaplasma</i> sp. Omsk	<i>Anaplasma</i> sp. Sib122
1	Новосибирская область, Карасукский район	май 2013	14	–	–	14
2	Алтайский край, Каменский район	ноябрь 2012	17	–	11	7
2	Алтайский край, Каменский район	февраль 2013	14	–	6	8
3	Республика Алтай, Усть-Канский район	апрель 2013	8	1	–	7
4	Республика Алтай, Шебалинский район	апрель 2013	9	–	–	9

Примечание. * – включая случаи смешанного инфицирования.

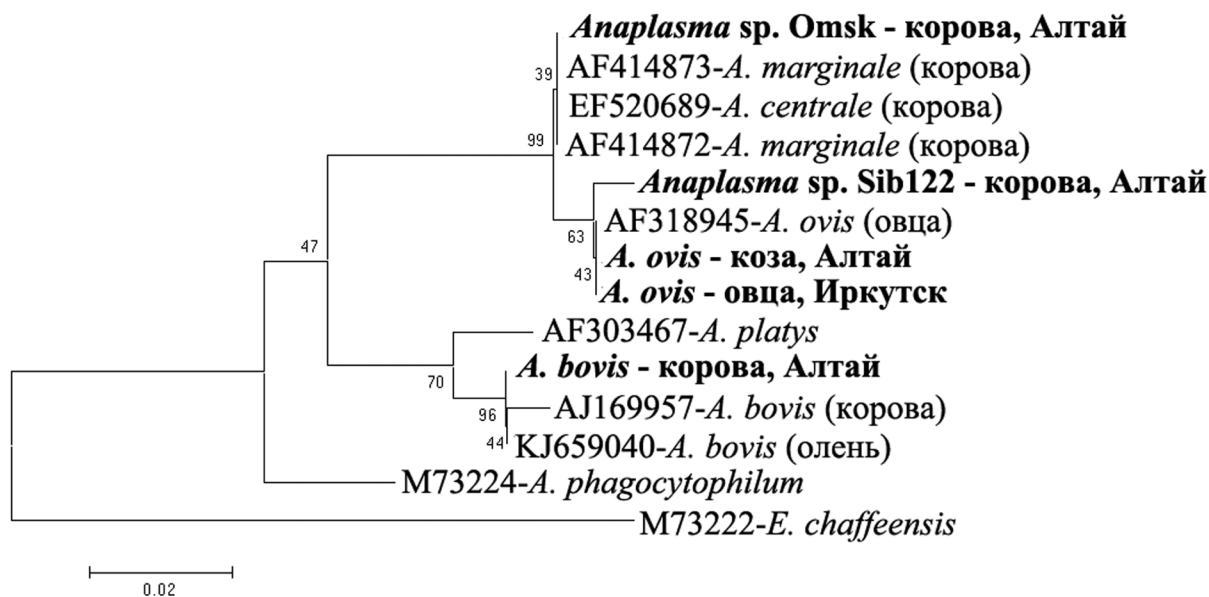


Рис. 1. Дендрограмма сходства нуклеотидных последовательностей (длиной 558 н.п.) фрагмента гена 16S рРНК *Anaplasma* spp. построенная с использованием метода NJ. Шкала представляет 2% дивергенции: жирным шрифтом выделены последовательности образцов анаплазм из крови сельскохозяйственных животных, полученные в данной работе.

крови оленей и коз на территории Китая (KJ659040, HQ913644) [10]. Ранее этот вид анаплазм выявлялся только на территории Азии и Африки.

В 17 образцах крови коров была обнаружена ДНК анаплазм, идентичная последовательностям внутриэритроцитарных анаплазм *Anaplasma* sp. Omsk (AY649325), впервые обнаруженных во время вспышки анаплазмоза крупного рогатого скота в Омской области [2]. Сравнение определенных последовательностей гена 16S рРНК *Anaplasma* sp. Omsk с последовательностями других штаммов показало наибольшее сходство (99,8 %) с *A. marginale* strain Veld из Южной Африки. Интересно, что эти анаплазмы были обнаружены только на территории Алтайского края.

В 45 образцах крови крупного рогатого скота была выявлена ДНК нового генетического варианта внутриэритроцитарных анаплазм (*Anaplasma* sp. Sib122), который по гену 16S рРНК отличается от известных видов и демонстрирует 99,5 % сходства с *A. ovis* и 99,3 % сходства с *A. marginale* (рис. 1). На основании проведенного филогенетического анализа этот генетический вариант не может быть отнесен ни к одному из известных видов анаплазм.

Следует отметить, что внутриэритроцитарные анаплазмы *A. ovis* и *Anaplasma* sp. Sib122 были обнаружены во всех исследованных хозяйствах, что говорит о широком распространении данных возбудителей на территории Сибири. Все исследованные образцы крови были взяты от клинически здоровых животных; остается неизвестным, способны ли выявленные генетические варианты анаплазм вызывать острые инфекции.

Следует также отметить, что ни в одном из исследованных образцов не были найдены гранулоцитарные анаплазмы *A. phagocytophilum*, повсеместно выявляемые в коровах, козах и овцах на территории Европы [14]. Вероятно, это связано с различиями биологических свойств *A. phagocytophilum*, ассоциированных с разными видами клещей – *Ixodes ricinus* в Европе и *Ixodes persulcatus* – в России.

Таким образом, впервые молекулярно-генетическими методами показано наличие очагов анаплазмозов крупного и мелкого рогатого скота на территории Западной и Восточной Сибири и идентифицированы их инфекционные агенты. Показано, что на исследуемой территории анаплазмозы овец, коз и крупного рогатого скота могут вызываться тремя различными видами внутриэритроцитарных анаплазм и моноцитарными анаплазмами *A. bovis*. Используемый методический подход может быть также применен при исследовании анаплазмоза человека.

Работа частично поддержана грантом РФФ, проект № 15-14-20020 (анализ образцов из Республики Алтай, Алтайского края и Новосибирской области) и частично поддержана Минобрнауки, проект VI.55.1.1 (анализ образцов из Иркутской области).

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Козлова И.В., Злобин В.И., Верховина М.М., Пар В.А., Лисак О.В., Дорощенко Е.К., Шулунов С.С., Богомазова О.Л., Антонова А.М. Результаты рекогносцировочных исследований по оценке эпидемио-

логической ситуации по моноцитарному эрлихиозу и гранулоцитарному анаплазмозу человека в Прибайкалье // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – № 3 (53). – С. 112–116.

Kozlova IV, Zlobin VI, Verkhovina MM, Par VA, Lisak OV, Doroshchenko EK, Shulunov SS, Bogomazova OL, Antonova AM (2007). Results of reconnaissance studies to assess the epidemiological situation of the monocytic ehrlichiosis and the granulocytic anaplasmosis human in the Baikal region [Rezultaty rekognoscirovochnyh issledovanij po ocenke jepidemiologicheskoy situacii po monocitarnomu jerlihiozu i granulocitarnomu anaplazmozu cheloveka v Pribajkal'e]. *Bjull. VSNC SO RAMN*, 3, 112-116.

2. Красиков А.П., Рудаков Н.В., Бейсембаев К.К., Купман Л.В. Основные биологические свойства возбудителя анаплазмоза, выделенного из патологического материала от крупного рогатого скота // Ветеринарная патология. – 2007. – № 3. – С. 89–95.

Krasikov AP, Rudakov NV, Bejssembayev KK, Kupman LV (2007). The main biological properties of causative agent of anaplasmosis, isolated from pathological material from cattle [Osnovnye biologicheskie svojstva vozбудitelja anaplazmoza, vydelennogo iz patologicheskogo materiala ot krupnogo rogatogo skota]. *Veterinarnaja patologija*, 3, 89-95.

3. Красиков А.П., Рудаков Н.В., Бейсембаев К.К., Самойленко И.Е. Экспериментальное изучение роли клещей в передаче возбудителя анаплазмоза крупного рогатого скота // Ветеринарная патология. – 2007. – № 3. – С. 95–102.

Krasikov AP, Rudakov NV, Bejssembayev KK, Samojlenko IE (2007). Experimental study of the role of ticks in the transmission of anaplasmosis of cattle [Jeksperimental'noe izuchenie roli kleshhej v peredache vozбудitelja anaplazmoza krupnogo rogatogo skota]. *Veterinarnaja patologija*, 3, 95-102.

4. Пар В.А., Пуховская Н.М., Высочина Н.П., Зайнулина З.У., Гуляко Л.Ф., Иванов Л.И. Распространение и генетическое разнообразие эрлихий и анаплазм в таежных клещах и мелких млекопитающих на территории Хабаровского края // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – № 3 (53). – С. 156–159.

Par VA, Pukhovskaya NV, Vysochina NP, Zaynulina ZU, Gulyako LF, Ivanov LI (2007). Prevalence and genetic diversity of *Ehrlichia* and *Anaplasma* species in *Ixodes persulcatus* ticks and small mammals from Khabarovsk Territory [Rasprostranenie i geneticheskoe raznoobrazie jerlihij i anaplazm v taehzhnyh kleshhah i melkih mlekopitajushhij na territorii Habarovskogo kraja]. *Bjull. VSNC SO RAMN*, 3, 156-159.

5. Bekker CP, de Vos S, Taoufik A, Sparagano OA, Jongejan F (2002). Simultaneous detection of *Anaplasma* and *Ehrlichia* species in ruminants and detection of *Ehrlichia ruminantium* in *Amblyomma variegatum* ticks by reverse line blot hybridization. *Vet. Microbiol.*, 89, 223-238.

6. Dumler JS, Barbet AF, Bekker CP, Dasch GA, Palmer GH, Ray SC, Rikihisa Y, Rurangirwa FR (2001). Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of *Ehrlichia* with *Anaplasma*, *Cowdria* with *Ehrlichia* and *Ehrlichia* with *Neorickettsia*, descriptions of six new species combinations and designation of

Ehrlichia equi and 'HGE agent' as subjective synonyms of Ehrlichia phagocytophilum. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 51, 2145-2165.

7. Kang YJ, Diao XN, Zhao GY, Chen MH, Xiong Y, Shi M, Fu WM, Guo YJ, Pan B, Chen XP, Holmes EC, Gillespie JJ, Dumler SJ, Zhang YZ (2014). Extensive diversity of Rickettsiales bacteria in two species of ticks from China and the evolution of the Rickettsiales. *BMC Evol. Biol.*, 14, 167.

8. Kocan KM, de la Fuente J, Blouin EF, Coetzee JF, Ewing SA (2010). The natural history of Anaplasma marginale. *Vet. Parasitol.*, 167, 95-107.

9. Kuttler KL (1984). Anaplasma infections in wild and domestic ruminants: a review. *J. Wildl. Dis.*, 20, 12-20.

10. Liu Z, Ma M, Wang Z, Wang J, Peng Y, Li Y, Guan G, Luo J, Yin H. (2012). Molecular survey and genetic iden-

tification of Anaplasma species in goats from central and southern China. *Appl. Environ. Microbiol.*, 78, 464-470.

11. Ogden NH, Casey AN, French NP, Bown KJ, Adams JD, Woldehiwet Z (2002). Natural Ehrlichia phagocytophila transmission coefficients from sheep 'carriers' to Ixodes ricinus ticks vary with the numbers of feeding ticks. *Parasitology*, 124 (2), 127-136.

12. Parola P, Davoust B, Raoult D (2005). Tick- and flea-borne rickettsial emerging zoonoses. *Vet. Res.*, 36, 469-492.

13. Rikihisa Y (1991). The tribe Ehrlichieae and ehrlichial diseases. *Clin. Microbiol. Rev.*, 4, 286-308.

14. Stuen S, Moum T, Petrovec M, Schouls LM (2006). Genetic variants of Anaplasma phagocytophilum in Norway. *Int. J. Med. Microbiol.*, 296 (1), 164-166.

Сведения об авторах Information about the authors

Рар Вера Александровна – кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБУ «Институт химической биологии и фундаментальной медицины» СО РАН (630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 8; тел.: 8 (3832) 363-51-37; e-mail: rarv@niboch.nsc.ru)
Rar Vera Aleksandrovna – Candidate of Biological Sciences, Research Officer of Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine SB RAS (630090, Novosibirsk, pr. Lavrent'eva, 8, tel.: +7 (3832) 363-51-37; e-mail: rarv@niboch.nsc.ru)

Епихина Тамара Ивановна – ведущий инженер ФГБУ «Институт химической биологии и фундаментальной медицины» СО РАН (e-mail: tiepikhina@gmail.com)

Yepikhina Tamara Ivanovna – Leading Engineer of Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine SB RAS (e-mail: tiepikhina@gmail.com)

Ефремова Елена Александровна – кандидат ветеринарных наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБНУ «Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока» (630501, Новосибирская обл., р. п. Краснообск; тел.: 8 (383) 348-62-96; e-mail: alfa_parazit@mail.ru)

Yefremova Elena Aleksandrovna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Senior Research Officer of Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and Far East (630501, Novosibirsk region, Krasnoobsk; tel.: +7 (383) 348-62-96; e-mail: alfa_parazit@mail.ru)

Марченко Виктор Алексеевич – доктор биологических наук, профессор, директор ФГБНУ «Горно-Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (649100, Республика Алтай, с. Майма, ул. Катунская, 2; тел.: 8 (38844) 2-11-84, e-mail: oestrus@mail.ru)

Marchenko Victor Alekseyevich – Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of Gorno-Altay Research Institute of Agriculture (649100, Republic of Altay, Mayma, ul. Katunskaya, 2; tel.: +7 (38844) 2-11-84; e-mail: oestrus@mail.ru)

Сунцова Ольга Владимировна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярной эпидемиологии и генетической диагностики ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (664003, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16; тел./факс: 8 (3952) 33-39-51; e-mail: olga_syntsova@list.ru)

Suntsova Olga Vladimirovna – Candidate of Biological Sciences, Research Officer of the Laboratory of Molecular Epidemiology and Genetic diagnostics of Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems (664003, Irkutsk, ul. Timiryazeva, 16; tel./fax: +7 (3952) 33-39-51; e-mail: olga_syntsova@list.ru)

Лисак Оксана Васильевна – младший научный сотрудник лаборатории молекулярной эпидемиологии и генетической диагностики ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (e-mail: lisak.liza@rambler.ru)

Lisak Oksana Vasilievna – Junior Research Officer of the Laboratory of Molecular Epidemiology and Genetic diagnostics of Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems (e-mail: lisak.liza@rambler.ru)

Дорощенко Елена Константиновна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярной эпидемиологии и генетической диагностики ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» (e-mail: doroshchenko-virus@mail.ru)

Doroshchenko Elena Konstantinovna – Candidate of Biological Sciences, Research Officer of the Laboratory of Molecular Epidemiology and Genetic Diagnostics of Scientific Center for Family Health and Human Reproduction Problems (e-mail: doroshchenko-virus@mail.ru)

Зубарева Ирина Михайловна – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и паразитологии ФГБУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет (630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160; тел.: 8 (383) 267-09-07; e-mail: zim-mail@bk.ru)

Zubareva Irina Mikhailovna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary-Sanitary Examination and Parasitology of Novosibirsk State Agrarian University (630039, Novosibirsk, ul. Dobrolyubova, 160; tel.: +7 (383) 267-09-07; e-mail: zim-mail@bk.ru)

Тикунов Артем Юрьевич – кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБУ «Институт химической биологии и фундаментальной медицины» СО РАН (630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 8; тел.: 8 (3832) 363-51-31; e-mail: arttik@ngs.ru)

Tikunov Artem Yuryevich – Candidate of Biological Sciences, Research Officer of Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine SB RAS (630090, Novosibirsk, pr. Lavrent'eva, 8; tel.: +7 (3832) 363-51-31; e-mail: arttik@ngs.ru)

Тикунова Нина Викторовна – доктор биологических наук, доцент, заведующая лабораторией ФГБУ «Институт химической биологии и фундаментальной медицины» СО РАН (630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 8; тел.: 8 (3832) 363-51-57; e-mail: tikunova@niboch.nsc.ru)

Tikunova Nina Viktorovna – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of Laboratory of Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine SB RAS (630090, Novosibirsk, pr. Lavrent'eva, 8; tel.: +7 (3832) 363-51-57; e-mail: tikunova@niboch.nsc.ru)