

Научная статья

УДК 619:616.993.192.6

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-3-359-366>

Профилактическая эффективность препаратов при пироплазмидозах лошадей в Горном Алтае

Виктор Алексеевич Марченко¹, Вера Александровна Пар²,
Иван Владимирович Бирюков³

^{1,3} Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

² Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН, Новосибирск, Россия

¹ oestrus@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0802-064X>

² rarv@niboch.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5930-5306>

³ ivan.219@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8934-0778>

Аннотация

Цель исследований – изучить профилактическую эффективность пироплазмозидных препаратов и выяснить влияние профилактических доз имидакарба дипропионата на выживаемость возбудителей заболевания.

Материалы и методы. 150 головам лошадей внутримышечно вводили бабезан 12% из расчета по действующему веществу имидакарба дипропионата 2,5 мг/кг массы тела и 30 головам двукратно вводили неозидин М в дозе по ДВ 2,5 мл на 100 кг живой массы с интервалом 15 сут. Контрольной группе животных препарат не вводили. Клиническое наблюдение за состоянием животных опытной и контрольной групп осуществляли в течение 72 сут. Перед началом опыта и спустя 14 сут после введения препаратов исследовали пробы крови методом двухраундовой ПЦР в присутствии родоспецифичных праймеров из области гена 18S рРНК на наличие ДНК *Babesia* spp. / *Theileria* spp. Установление видовой принадлежности и генотипирование обнаруженных пироплазм проводили посредством секвенирования фрагментов гена 18S рРНК.

Результаты и обсуждение. Из 12 обследованных лошадей в пробах крови у 8 животных (66,7%) обнаружена ДНК пироплазмид, из них 50,0% идентифицированы как *Theileria equi* и 16,7% как *Babesia caballi*. Высокий уровень встречаемости ДНК *T. equi* (свыше 50,0%) свидетельствует об эндемичном течении тейлериоза лошадей. Применение бабезана 12% при ранней химиотерапии лошадей позволяет профилактировать заболеваемость тейлериозом в течение 48 и 59 сут. Двукратная химиотерапия лошадей неозидином М с интервалом 15 сут предотвращает заболеваемость в течение 52 сут. Бабезан 12% в профилактической дозе не оказывает воздействия на выживаемость персестирующих стадий *T. equi*.

Ключевые слова: лошадь, *Theileria equi*, *Babesia caballi*, пироплазмозиды, эффективность

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Республики Алтай в рамках научного проекта № 20-44-040004, проектов Государственного задания ФБГНУ ФАНЦА (№ 0534-2021-0005) и ИХБФМ СО РАН (№ 0245-2021-0008).

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Марченко В. А., Пар В. А., Бирюков И. В. Профилактическая эффективность препаратов при пироплазмидозах лошадей в Горном Алтае // Российский паразитологический журнал. 2022. Т. 16. № 3. С. 359–366.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-3-359-366>

© Марченко В. А., Пар В. А., Бирюков И. В., 2022



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

Prophylactic efficacy of drugs against equine piroplasmidosis in Gorny Altai

Viktor A. Marchenko¹, Vera A. Rar², Ivan V. Biryukov³

^{1,3}Federal Altai Scientific Center of Agro-Bio Technologies, Barnaul, Russia

²Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia

¹oestrus@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0802-064X>

²rarv@niboch.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5930-5306>

³ivan.219@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8934-0778>

Abstract

The purpose of the research is to study the prophylactic efficacy of piroplasmicides and to elucidate the effect of prophylactic doses of Imidocarb Dipropionate on the pathogen viability.

Materials and methods. Babezan 12% was intramuscularly injected to 150 horses based on the active substance of Imidocarb Dipropionate at 2.5 mg/kg of the body weight and Neosidin M was injected to 30 horses twice at a dose of 2.5 mL per 100 kg of the live weight with a 15-day interval. The control group of animals did not receive the drug. The clinical follow-up of the experimental and control animals' condition was done for 72 days. Before the experiment and 14 days after the drugs, blood samples were examined by the nested PCR in the presence of genus-specific primers from the 18S rRNA gene sequence for the *Babesia* spp. / *Theileria* spp. DNA. Species identification and genotyping of the detected Piroplasma were performed by sequencing 18S rRNA gene fragments.

Results and discussion. Among 12 examined horses, 8 animals (66.7%) had the Piroplasmida DNA found in the blood samples, of which 50.0% were identified as *Theileria equi* and 16.7% as *Babesia caballi*. A high *T. equi* DNA prevalence (over 50.0%) indicates an endemic course of equine theileriosis. Babezan 12% in early chemotherapy of the horses helped to prevent the incidence of theileriosis within 48 and 59 days. Double chemotherapy of the horses with Neosidin M with a 15-day interval prevented the morbidity for 52 days. Babezan 12% at the preventive dose had no effect on the viability of persistent *T. equi* stages.

Keywords: horse, *Theileria equi*, *Babesia caballi*, piroplasmicides, efficacy

Acknowledgements. The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Republic of Altai within Scientific Project No. 20-44-040004, and the State Task Projects of the Federal Altai Scientific Center of Agro-Bio Technologies (No. 0534-2021-0005) and of the Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine of the Siberian Branch of the RAS (No. 0245-2021-0008).

Financial Disclosure: none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

There is no conflict of interests

For citation: Marchenko V. A., Rar V. A., Biryukov I. V. Prophylactic efficacy of drugs against equine piroplasmidosis in Gorny Altai. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2022; 16(3): 359–366. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2022-16-3-359-366>

© Marchenko V. A., Rar V. A., Biryukov I. V., 2022

Введение

Коневодство – активно развивающаяся отрасль животноводства Горного Алтая. В последние годы значительно выросла численность популяции лошадей, которая превысила отметку 150 тыс. и в пределах Сибири и Дальнего Востока уступает только Якутии [1].

В Горном Алтае практикуется отгонно-пастбищная система ведения коневодства, при этом сохраняется естественная связь паразитов с природной средой, в силу чего паразитокомплекс лошадей характеризуется широким видовым разнообразием; многие из них являются возбудителями опасных инвазионных заболеваний.

До настоящего времени остаются недостаточно изученными как зоопаразитарные (паразитические членистоногие и гельминты), так и кровепаразитарные инвазии, изучению которых посвящены редкие публикации. В практическом отношении для Горного Алтая представляют интерес пироплазмидозы – природно-очаговые инвазии, вызываемые простейшими гемопаразитами из отряда *Piroplasmida* – *Babesia caballi* и *Theileria equi*.

В антропогенной среде (места обитания животных) постоянно функционируют очаги пироплазмидозов и периодически происходят вспышки кровепаразитарных заболеваний у лошадей в Сибири, однако они не привлекают должного внимания исследователей. В научной литературе имеются лишь фрагментарные сведения об этих инвазиях, основанных в основном на клинических признаках заболевания и в немногих исследованиях, проведенных с использованием генетических методов, был идентифицирован только один возбудитель пироплазмидоза – *T. equi* [3, 4], в то же время *B. caballi* ранее широко выявляли во многих неблагополучных по пироплазмозу регионах, в том числе и на Алтае [5].

Заболевания, вызываемые различными видами пироплазмид, имеют сходные клинические признаки и протекают в различных клинических формах; острое течение инвазии часто приводит к гибели лошадей и существенным экономическим потерям [11]. Сложная эпизоотическая обстановка по пироплазмидозам лошадей в хозяйствах Горного Алтая предполагает регулярное проведение химиофилактических обработок животных [2, 3].

Основными противопироплазмидными средствами, применяемыми с целью специфической химиотерапии лошадей в весенний период, являются препараты с действующим веществом имидакарба дипропионата и диминазена диацетурата (бабезан, азидин, верибен и др.). Препараты, в целом, демонстрируют достаточно высокую профилактическую и терапевтическую эффективность; применяются на территории Алтая длительное время, но в то же время эпизоотическая ситуация по пироплазмидозам лошадей существенно не улучшается.

В связи с этим, нами предпринято исследование по оценке профилактической эффек-

тивности применяемых на практике в Горном Алтае пироплазмидозов и выяснение влияния профилактических доз рекомендованных препаратов на выживаемость возбудителей заболевания.

Материалы и методы

На базе Чергинского отделения Опытной станции «АЭХ» ФАНЦА и ООО «Стрелец» Шебалинского района Республики Алтай в период с 3 декады марта по 1 декаду июня 2021 г. были проведены два опыта по оценке профилактической эффективности препаратов бабезан 12% и неозидин М при пироплазмидозах лошадей. Бабезан 12% в качестве действующего вещества (ДВ) содержит 120 мг имидакарба дипропионата в 1 мл препарата, неозидин М – два ДВ: 57,5 мг диминозена диацетурата и 57,5 мг антипиридина (феназон) в 1 мл.

По принципу аналогов были сформированы три опытные и контрольная группа из спонтанно инвазированных животных. 150 лошадям внутримышечно вводили бабезан 12% в дозе по ДВ 2,5 мг/кг массы тела и 30 лошадям – двукратно неозидин М из расчета 2,5 мл на 100 кг массы тела с интервалом 15 сут; контрольной группе животных препарат не вводили. Клиническое наблюдение за состоянием животных опытных и контрольной групп проводили в течение 72 сут. Срок продолжительности профилактического действия рассчитывали относительно последнего случая заболевания в контрольной группе.

Перед началом опыта (инъекции препаратов) и спустя 15 сут после исследования пробы крови от 12 лошадей ООО «Стрелец» на наличие кровепаразитов. Пробы крови исследовали методом двухраундовой ПЦР в присутствии родоспецифичных праймеров из области гена 18S рРНК на наличие ДНК *Babesia* spp. / *Theileria* spp. Видовую принадлежность и генотипирование обнаруженных пироплазм определяли посредством секвенирования фрагментов гена 18SpРНК. Сравнение определенных нуклеотидных последовательностей с известными последовательностями проведено с использованием программы BLASTN (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>). Постановку ПЦР осуществляли в Институте химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН по методике, описанной ранее [4].

Результаты

После применения препаратов видимого токсического воздействия на животных не выявлено.

Результаты постановки ПЦР для выявления ДНК пироплазм в образцах крови опытных групп лошадей до и после введения препаратов приведены в таблице 1.

Таблица 1 [Table 1]

Выявление ДНК пироплазм в пробах крови лошадей опытных групп ООО «Стрелец» Шебалинского района [Detection of piroplasm DNA in blood samples from experimental horses LLC "Strelets" Shebalinsky district]

Дата взятия проб [Sample date]	Число проб [Number of samples]	Процент проб, содержащих ДНК [Percentage of samples containing DNA]		
		<i>T. equi</i>	<i>B. caballi</i>	оба вида [both types]
<i>До введения бабезана 12% [Before the introduction of Babesan 12%]</i>				
27.03.2021 г.	12	6 (50,0)	2 (16,7)	8 (66,7)
<i>После введения препарата [After drug administration]</i>				
10.04.2021 г.	10	7 (70,0)	0	7 (70,0)

Из 12 обследованных лошадей опытной группы в пробах крови у 8 животных (66,7%) обнаружена ДНК пироплазмид, из них 50,0% идентифицированы как *T. equi* и 16,7% как *B. caballi*. В выборке из десяти голов лошадей первой опытной группы через 14 сут после введения препарата в пробах крови у 7 животных (70%) обнаружена ДНК пироплазмид и все идентифицированы как *T. equi*. Следует отметить, что в пробах крови после введения препарата ДНК *B. caballi* не обнаружена, но относительно низкий уровень инвазии этим видом не

позволяет судить о паразитоцидной активности препарата. В целом, показатели наличия ДНК пироплазмид до и после применения препарата не имеют существенных различий (66,7 и 70,0%).

Таким образом, бабезан 12% в дозе по ДВ 2,5 мг/кг не оказывает видимого воздействия на показатель встречаемости ДНК *T. equi* в крови обработанных животных.

Результаты опыта по оценке профилактической эффективности бабезана 12% и неозидина М приведены в таблице 2.

Таблица 2 [Table 2]

Профилактическая эффективность препаратов при пироплазмидозах лошадей [Preventive efficacy of drugs against piroplasmidoses of horses]

Группа животных [Group of animals]	Число животных в группе [Number of animals in the group]	Препарат, ДВ, доза [Drug, AS, dose]	Дата введения препарата [Date of drug administration]	Число заболевших животных [Number of sick animals]	Период регистрации заболевших, сут [Case registration period, days]	Заболеваемость, % [Morbidity,%]	Продолж. проф. действия, сут [The duration of the prophylactic action, day]
Опытная [Experienced]	125	Бабезан 12%, 2,5 мг имидокарба на 1 кг массы тела	27.03	0	-	0	59
Опытная [Experienced]	25	Бабезан 12%, 2,5 мг имидокарба на 1 кг массы тела	06.04	0	-	0	48
Опытная [Experienced]	30	Неозидин М, двукратно по 2,5 мл на 100 кг массы тела	03.04	0	-	0	52
Контрольная [Control]	34	-	-	7	19.04–25.05	20,5	-

За период наблюдения в опытных группах по клиническим признакам не зарегистрировано случаев заболевания животных пироплазмидозами. В контрольной группе в период с 19.04 по 25.05.2021 зарегистрировано 7 случаев клинического проявления заболевания, которые обусловили проведение вынужденной химиотерапии животных.

По результатам наблюдений, ранняя химиотерапия лошадей бабезаном 12% в дозе 2,5 мг/кг по ДВ позволила профилировать заболеваемость в течение 48 и 59 сут соответственно. Обработка лошадей неозидином М двукратно из расчета 2,5 мл на 100 кг массы тела с интервалом 15 сут позволяет предотвратить заболеваемость в течение 52 сут.

Обсуждение

Пироплазмидозы лошадей широко распространены на территории Сибири, Российской Федерации и в мире [4–6, 8, 10]. В тоже время, существуют публикации, указывающие на отсутствие этих инвазий в таких странах, как Австралия, Великобритания, Канада, Ирландия, Новая Зеландия и Япония [7, 12, 14].

В эндемичных районах доля инвазированных лошадей часто бывает высокой и превышает уровень 60–70% [2, 15]. Однако, у большинства животных пироплазмы паразитируют без клинических признаков заболевания. Принято считать, что в большинстве случаев вспышки заболевания происходят тогда, когда неинвазированные лошади попадают в эндемичные районы или если животные с персистирующей инвазией (паразитоносители) попадают в районы, в которых пироплазмидозы лошадей отсутствуют, но имеются специфичные клещи-переносчики [13]. Практика показывает, что во многих случаях вспышки заболеваний возникают в любой из эпизоотологических зон (латентная, угрожаемая, энзоотическая) и обусловлены нападением клещей-переносчиков.

Проведенные исследования свидетельствуют о распространении у лошадей в Шебалинском районе Республики Алтай пироплазмидозов, обусловленных паразитированием *T. equi* и *B. caballi*, вызывающих заболевание тейлериоз и бабезиоз. В данном случае в крови 16,7% животных регистрировали оба вида. Совместное паразитирование обоих видов пироплазмид у

лошадей – достаточно распространенное явление на различных территориях [9, 13].

Применение бабезана 12% в дозе 2,5 мг/кг по ДВ позволило профилировать заболеваемость тейлериозом и бабезиозом в течение 48 и 59 сут соответственно. Обработка лошадей неозидином М двукратно из расчета 2,5 мл на 100 кг массы тела с интервалом 15 сут предотвращало заболеваемость в течение 52 сут.

Бабезан 12% в дозе 2,5 мг/кг по ДВ не оказал видимого воздействия на выживаемость персестирующих стадий *T. equi*.

Имидокарб – ярко выраженный антипротозойный препарат из группы имидазолина. В крови животных он связывается с ДНК пироплазмид, подавляет синтез нуклеиновых кислот, что также препятствует синтезу полиаминов, блокирует поступление в организм витаминopodobного вещества – иназитола (витамина В8), обеспечивающего жизнедеятельность кровепаразита. Блокировка проникновения инозита в эритроцит с паразитом приводит к его «голоданию», что и объясняет профилактический эффект имидокарба. Присутствие имидокарба на поверхности эритроцита может сделать его непривлекательным для паразита, точнее его расселительным формам, которые попадают в организм через клещей-переносчиков. В то же время, переживающие (персестирующие) стадии паразитов остаются индифферентными к действию препарата. И этот феномен, вероятнее всего, можно объяснить тем, что основной механизм основан не только воздействием на внутриклеточного паразита, но и, в первую очередь, на пропативные формы пироплазмид, временно циркулирующих в плазме крови после инокуляции клещами.

Все это можно рассматривать как гипотезу, требующую дальнейшего исследования. Однако, она достаточно хорошо объясняет и подтверждает тот факт, что размножение пироплазмид в крови животных происходит после нападения клещей и для развития персестирующих кровепаразитов необходимо обязательное прохождение через клещей-переносчиков.

Заключение

Проведенные исследования проб крови методом двухраундовой ПЦР с последующим секвенированием ДНК пироплазмид от лоша-

дей Шебалинского района Республики Алтай указывают на паразитирование видов *T. equi* и *B. caballi*. Высокий уровень встречаемости ДНК *T. equi* (свыше 50,0%) свидетельствует об эндемичном течении тейлериоза у лошадей.

Применение бабезана 12% в дозе 2,5 мг/кг по ДВ позволило профилактировать заболеваемость тейлериозом и бабезиозом в течение 48 и 59 сут соответственно. Обработка лошадей неозидином М двукратно из расчета 2,5 мл на 100 кг массы тела с интервалом 15 сут предотвратило заболеваемость в течение 52 сут.

Бабезан 12% в дозе 2,5 мг/кг по ДВ не оказал видимого воздействия на выживаемость персистирующих стадий *T. equi*, что подтверждает необходимость регулярной химиотерапии животных в весенний период.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Князев С. П., Тимченко А. М. Динамика поголовья и современное состояние ресурсов лошадей в Сибири // Вестник Новосибирского государственного университета. 2016. № 1(38). С. 139-146.
2. Марченко В. А., Рар В. А., Айбыкова Ч. Т. Профилактика пироплазмидозов лошадей горного Алтая // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: сборник научных статей по материалам Международной научной конференции. М., 2021. Вып. 22. С. 323-329. <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.323-329>.
3. Рар В. А., Ефремова Е. А., Марченко В. А., Тикунов А. Ю., Тикунова Н. В. Молекулярно-генетический анализ возбудителей кровепаразитарных болезней сельскохозяйственных животных на территории Горного Алтая // «Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий»: материалы V международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Горно-Алтайского НИИСХ. Горно-Алтайск, 2015. С. 119-123.
4. Рар В. А., Марченко В. А., Ефремова Е. А., Сунцова О. В., Лисак О. В., Тикунов А. Ю., Мельцов И. В., Тикунова Н. В. Идентификация и генетическая характеристика этиологического агента пироплазмидоза лошадей на территории Западной и Восточной Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 2. С. 224-229. <https://doi.org/10.18699/VJ18.351>.
5. Семенов П. В. Распространение иксодовых клещей и гемоспоридиозы лошадей в Алтайском крае // Сборник научных работ СибНИВИ. 1954. Вып. V. С. 233-260.
6. Христиановский П. И., Белименко В. В. Пироплазмидозы животных на Южном Урале // Российский паразитологический журнал. 2009. № 2. С. 70-74.
7. Bhoora R., Franssen L., Oosthuizen M. C., Guthrie A. J., Zweggarth E., Penzhorn B. L., Jongejan F., Collins N. E. Sequence heterogeneity in the 18S rRNA gene within *Theileria equi* and *Babesia caballi* from horses in South Africa. *Vet. Parasitol.* 2009; 159 (2): 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.004>.
8. Hong Yin, Jianxun Luo, Guanyuan Liu, Guiquan Guan, Youquan Li, Zhijie Liu, Qingli Liu, Aihong Liu, Junlong Liu, Jifei Yang. Advance on the Piroplasms in China. *Iran J Parasitol.* 2017; 12 (1): 9.
9. Malekifard F., Tavassoli M., Yakhchali M. Detection of *Theileria equi* and *Babesia caballi* in horses and donkeys by microscopic and molecular methods in Urmia suburb, West Azerbaijan province, Iran. *Iran J. Parasitol.* 2015; 10 (1): 223.
10. Muhammad Jamal Khan Afridi, Abdul Hafeez Mian, Muhammad Saqib et al. Seroprevalence and Risk Factors for *Theileria equi* Infection in Equines from Khyber Pakhtunkhwa Province, Pakistan. *Iran J. Parasitol.* 2017; 12 (4): 597-605.
11. Rothschild C. M. Equine piroplasmiasis. *J. Equine Vet. Sci.* 2013; 33: 497-508. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.03.189>.
12. Salim B., Bakheit M. A., Kamau J., Nakamura I., Sugimoto C. Nucleotide sequence heterogeneity in the small subunit ribosomal RNA gene within *Theileria equi* from horses in Sudan. *Parasitol. Res.* 2010; 106 (2): 493-498. DOI: 10.1007/s00436-009-1691-7.
13. Scoles G. A., Ueti M. W. Vector ecology of equine piroplasmiasis. *Annu. Rev. Entomol.* 2015; 60: 561-580. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento010814-021110>.
14. Wise L. N., Kappmeyer L. S., Mealey R. H., Knowles D. P. Review of equine piroplasmiasis. *J. Vet. Intern. Med.* 2013; 27 (6): 1334-1346.
15. Zhang Y., Chahan B., Liu S. et al. Epidemiologic studies on *Theileria equi* infections for grazing horses in Ili of Xinjiang province. *Vet. Parasitol.* 2017; 244: 111113.

Статья поступила в редакцию 27.01.2022; принята к публикации 15.07.2022

Об авторах:

Марченко Виктор Алексеевич, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий (656910, г. Барнаул, Научный городок, 35), г. Барнаул, Россия, доктор биологических наук, профессор, ORCID ID: 0000-0003-0802-064X, oestrus@mail.ru

Рар Вера Александровна, Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН (630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 8), г. Новосибирск, Россия, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-5930-5306, rarv@niboch.nsc.ru

Бирюков Иван Владимирович, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий (656910, г. Барнаул, Научный городок, 35), г. Барнаул, Россия, кандидат ветеринарных наук, доцент, ORCID ID: 0000-0002-7736-0763, ivan.219@mail.ru

Вклад авторов:

Марченко Виктор Алексеевич – дизайн исследования, проведение научно-исследовательской работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

Рар Вера Александровна – проведение научно-исследовательской работы, анализ полученных результатов исследования, подготовка статьи.

Бирюков Иван Владимирович – проведение научно-исследовательской работы, подготовка статьи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Knyazev S. P., Timchenko A. M. Livestock dynamics and current state of horse resources in Siberia. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Novosibirsk State University*. 2016; 1 (38): 139-146. (In Russ.)
2. Marchenko V. A., Rar V. A., Aybykova Ch. T. Prevention of pyroplasmidoses of horses in Gorny Altai. «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami»: *sbornik nauchnykh statey po materialam Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii = "Theory and practice of parasitic disease control": collection of Scientific Articles adapted from the International Scientific Conference*. M., 2021; 22: 323-329. <https://doi.org/10.31016/978-5-6046256-1-3.2021.22.323-329>.
3. Rar V. A., Efremova E. A., Marchenko V. A., Tikunov A. Yu., Tikunova N. V., Molecular genetic analysis of causative agents of blood protozoan diseases in live-stock animals in the Altai Mountains. «Aktual'nyye problemy sel'skogo khozyaystva gornykh territoriy»: *materialy V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu Gorno-Altayskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo khozyaystva = "Current issues of agriculture in mountainous areas": proceedings of the V International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th Anniversary of the Gorno-Altaysk Research Institute of Agriculture*. Gorno-Altaysk, 2015; 119-123. (In Russ.)
4. Rar V. A., Marchenko V. A., Efremova E. A., Suntsova O. V., Lisak O. V., Tikunov A. Yu., Meltsov I. V., Tikunova N. V. Identification and genetic characterization of the etiological agent of equine piroplasmidosis in Western and Eastern Siberia. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018; 22 (2): 224-229. (In Russ.) <https://doi.org/10.18699/VJ18.351>.
5. Semenov P. V. Spread of ixodid ticks and hemosporidial infections of horses in the Altai Territory. *Sbornik nauchnykh rabot Sibirskogo nauchno-issledovatel'skogo veterinarnogo instituta = Collection of scientific papers of the Siberian Research Veterinary Institute*. 1954; 5: 233-260. (In Russ.)
6. Khristianovsky P. I., Belimenko V. V. Piroplasmidosis in animals in the South Urals. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2009; 2: 70-74. (In Russ.)
7. Bhoora R., Franssen L., Oosthuizen M. C., Guthrie A. J., Zwegarth E., Penzhorn B. L., Jongejan F., Collins N. E. Sequence heterogeneity in the 18S rRNA gene within *Theileria equi* and *Babesia caballi* from horses in South Africa. *Vet. Parasitol.* 2009; 159 (2): 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.004>.

8. Hong Yin, Jianxun Luo, Guanyuan Liu, Guiquan Guan, Youquan Li, Zhijie Liu, Qingli Liu, Aihong Liu, Junlong Liu, Jifei Yang. Advance on the Piroplasms in China. *Iran J Parasitol.* 2017; 12 (1): 9.
9. Malekifard F., Tavassoli M., Yakhchali M. Detection of *Theileria equi* and *Babesia caballi* in horses and donkeys by microscopic and molecular methods in Urmia suburb, West Azerbaijan province, Iran. *Iran J. Parasitol.* 2015; 10 (1): 223.
10. Muhammad Jamal Khan Afridi, Abdul Hafeez Mian, Muhammad Saqib et al. Seroprevalence and Risk Factors for *Theileria equi* Infection in Equines from Khyber Pakhtunkhwa Province, Pakistan. *Iran J. Parasitol.* 2017; 12 (4): 597-605.
11. Rothschild C. M. Equine piroplasmiasis. *J. Equine Vet. Sci.* 2013; 33: 497-508. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.03.189>.
12. Salim B., Bakheit M. A., Kamau J., Nakamura I., Sugimoto C. Nucleotide sequence heterogeneity in the small subunit ribosomal RNA gene within *Theileria equi* from horses in Sudan. *Parasitol. Res.* 2010; 106 (2): 493-498. <https://doi.org/10.1007/s00436-009-1691-7>.
13. Scoles G. A., Ueti M. W. Vector ecology of equine piroplasmiasis. *Annu. Rev. Entomol.* 2015; 60: 561-580. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento010814-021110>.
14. Wise L. N., Kappmeyer L. S., Mealey R. H., Knowles D. P. Review of equine piroplasmiasis. *J. Vet. Intern. Med.* 2013; 27 (6): 1334-1346.
15. Zhang Y., Chahan B., Liu S. et al. Epidemiologic studies on *Theileria equi* infections for grazing horses in Ili of Xinjiang province. *Vet. Parasitol.* 2017; 244: 111113.

The article was submitted 27.01.2022; accepted for publication 15.07.2022

About the authors:

Marchenko Viktor A., Federal Altai Scientific Center of Agro-Bio Technologies (35 Scientific town, Barnaul, 656910), Barnaul, Russia, Dr. Sc. Biol., Professor, ORCID ID: 0000-0003-0802-064X, oestrus@mail.ru

Rar Vera A., Institute of Chemical Biology and Fundamental Medicine of the Siberian Branch of the RAS (8 Lavrentieva Pr., Novosibirsk, 630090), Novosibirsk, Russia, Cand. Sc. Biol., ORCID ID: 0000-0002-5930-5306, rarv@niboch.nsc.ru

Biryukov Ivan V., Federal Altai Scientific Center of Agro-Bio Technologies (35 Scientific town, Barnaul, 656910), Barnaul, Russia, Cand. Sc. Vet., Associate Professor, ORCID ID: 0000-0002-7736-0763, ivan.219@mail.ru

Contribution of co-authors:

Marchenko Viktor A. – study design, research work, data collection and analysis, article preparation.

Rar Vera A. – research work, study result analysis, article preparation.

Biryukov Ivan V. – research work, article preparation.

All authors have read and approved the final manuscript.