

Научная статья

УДК 619:616.995.121:636.934.25/.26

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-2-229-235>

***Alveococcus multilocularis* у обыкновенного песца (*Alopex lagopus*) на территории Арктической зоны Якутии**

Людмила Михайловна Кокколова¹, Любовь Юрьевна Гаврильева²,
Иннокентий Михайлович Охлопков³

^{1,2} ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН обособленное подразделение «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова», Якутск, Россия

³ ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН обособленное подразделение «Институт биологических проблем криолитозоны», Якутск, Россия

¹ kokolova_lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0963-9623>

² lubov.gavrileva86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0512-2993>

³ imo-ibpc@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6227-5216>

Аннотация

Цель исследований – изучение зараженности белых песцов (*Alopex lagopus*) альвеококками в Арктической зоне Якутии и молекулярно-генетическое исследование *Alveococcus multilocularis*.

Материалы и методы. Для выяснения зараженности альвеококками обыкновенного песца на территории Арктической зоны Якутии были исследованы в 2018 г. 19 особей, в 2019 г. – 27, в 2020 г. – 51 и в 2021 г. – 119 особей методом полного и неполного вскрытия желудочно-кишечного тракта, других органов и тканей. Видовую принадлежность обнаруженных гельминтов определяли, используя «Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР» (Д. П. Козлов, 1977). Собранных гельминтов фиксировали в 70%-ном спирте. Проведено исследование 19 образцов методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) для определения изолятов *A. multilocularis*.

Результаты и обсуждение. В Российской Федерации вид *A. multilocularis* распространен на территории Якутии, Чукотки, Магаданской области, Красноярского, Алтайского и Хабаровского краёв и др. регионов. На территории Арктической зоны обыкновенные песцы на 100% заражены *A. multilocularis*. Циркуляция паразита происходит среди диких животных, главным образом, белых песцов и тундровых леммингов (*Dicrostonyx torquatus* Pallas, 1778). Заражение сельскохозяйственных и диких копытных животных происходит при проглатывании яиц паразита, заражение собаки происходит при поедании органов и тканей с многокамерным альвеококкозом. Существует риск передачи *A. multilocularis* и человеку. Человек заражается при обработке шкур песцов, добытых на охоте, и при контакте с зараженными домашними плотоядными. Установлено увеличение в тундровой зоне числа популяций белых песцов и их зараженности в том числе *A. multilocularis*. На территории Арктической зоны Якутии обнаружена форма *A. multilocularis*, близкая к североамериканскому штамму N1.

Ключевые слова: *Alveococcus multilocularis*, обыкновенные песцы, зараженность, Арктическая зона, Якутия

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

Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Кокколова Л. М., Гаврильева Л. Ю., Охлопков И. М. *Alveococcus multilocularis* у обыкновенного песца (*Alopex lagopus*) на территории Арктической зоны Якутии // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 2. С. 229–235.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-2-229-235>

© Кокколова Л. М., Гаврильева Л. Ю., Охлопков И. М., 2023



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

Original article

Alveococcus multilocularis in the Arctic fox (*Alopex lagopus*) in the Arctic zone of Yakutia

Luidmila M. Kokolova¹, Lubov Yu. Gavrilova², Innokentiy M. Okhlopkov³

^{1,2}Federal State Budgetary Institution of Science, Federal Research Center of the Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Separate Subdivision "M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture", Yakutsk, Russia

³Federal State Budgetary Institution of Science, Federal Research Center of the Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Separate Subdivision "Institute for Biological Problems of Permafrost", Yakutsk, Russia

¹kokolova_lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0963-9623>

²lubov.gavrilova86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0512-2993>

³imo-ibpc@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6227-5216>

Abstract

The purpose of the research is to study of infection of white foxes (*Alopex lagopus*) with alveococcosis in the Arctic zone of Yakutia and to perform molecular genetic study of *Alveococcus multilocularis*.

Materials and methods. To determine the *Alveococcus* infection in the Arctic fox in the Arctic zone of Yakutia, 19 specimens were studied in 2018, 27 specimens in 2019, 51 specimens in 2020 and 119 specimens in 2021 by complete and partial dissections of the gastrointestinal tract, other organs and tissues. The species identification of detected helminths was performed using the Identification Guide of Helminths in Carnivorous Mammals in the USSR (D. P. Kozlov, 1977). The collected helminths were fixed in 70% alcohol. Nineteen samples were studied by polymerase chain reaction (PCR) to determine *A. multilocularis* isolates.

Results and discussion. In the Russian Federation, *A. multilocularis* is widespread in Yakutia, Chukotka, Magadan Region, Krasnoyarsk, Altai, and Khabarovsk Territories, and other regions. In the Arctic zone, Arctic foxes are 100% infected with *A. multilocularis*. The parasite circulates among wild animals, mainly polar foxes and Arctic lemmings (*Dicrostonyx torquatus* Pallas, 1778). Agricultural and wild ungulates become infected by ingesting parasite eggs, and dogs become infected by eating organs and tissues affected by multilocular alveococcosis. There is a risk of transmission of *A. multilocularis* to humans. A person becomes infected in processing the skins of arctic foxes obtained in hunting, and through contact with infected domestic carnivores. An increase in white fox populations and in their infection rate including *A. multilocularis* was found in the tundra zone. In the Arctic zone of Yakutia, *A. multilocularis* form that was close to the North American N1 strain was found.

Keywords: *Alveococcus multilocularis*, Arctic foxes, infection rate, Arctic zone, Yakutia

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

There is no conflict of interests.

For citation: Kokolova L. M., Gavrilova L. Yu., Okhlopkov I. M. *Alveococcus multilocularis* in the Arctic fox (*Alopex lagopus*) in the Arctic zone of Yakutia. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(2):229–235. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-2-229-235>

© Kokolova L. M., Gavrilova L. Yu., Okhlopkov I. M., 2023

Введение

Возбудитель альвеококкоза (эхинококкоза многокамерного) – эхинококк многокамерный; выделен в самостоятельный род *Alveococcus* и получил название *Alveococcus multilocularis* (Leuckart, 1863) Abuladze, 1960.

A. multilocularis развивается со сменой хозяев – окончательного (песец, лисица, волк,

собака) и промежуточного (мышевидные грызуны, домашние и дикие животные, человек). У первых он паразитирует в половозрелой стадии, у вторых – в личиночной стадии.

Республика Саха (Якутия) относится к регионам самого широкого распространения *A. multilocularis*. Сообщается о высокой интенсивности и экстенсивности поражения собак

альвеококками в Якутии в 1959 г. У двух собак обнаружили 39 808 и 49 530 экз. альвеококков в количестве [9], а в 1961 г. при вскрытии на территории Якутии 88 собак альвеококки им обнаружены у 14 (16%) [10]. Н. М. Губанов (1960) сообщил об обнаружении ленточной формы *A. multilocularis* у серебристо-черных лисиц клеточного содержания [2]. Ларвоцисты *A. multilocularis* впервые найдены у европейской рыжей полевки в Вилюйском районе Якутии [7]. Заражены альвеококками обские лемминги, узкочерепные, красные и северо-сибирские (*Microtus hyperboreus*) полевки [5]. На Чукотке белые песцы также заражены альвеококками [8]. Показана зараженность *A. multilocularis* песцов, лисиц, волков и собак [3, 7].

Альвеококкоз – цестодоз, вызываемый личиночной стадией гельминта и характеризующийся образованием альвеококковых пузырей преимущественно в печени; носит эндемический характер. Эндемические очаги альвеолярного эхинококкоза имеются в Германии, Австрии, на Аляске, в Японии, в России (в Омской, Томской, Новосибирской, Иркутской, Магаданской областях, в Красноярском и Хабаровском краях, Якутии, Башкирии, Татарстане) и в странах ближнего зарубежья (в Казахстане, Киргизии, Узбекистане) [1, 7].

Обзор литературных источников подтверждает существование очагов альвеококкоза на территории тундровой зоны (213–811 больных). В среднем по Якутии, на 1 тыс. населения приходится 1,66 случаев заболеваний альвеококкозом [4]. Штамм N1 ранее был обнаружен на острове Святого Лаврентия (к западу от материковой Аляски), архипелаге Шпицберген (Норвегия), на северо-востоке России, глобально доминируя на северных территориях [11, 12].

Цель наших исследований – изучение зараженности белых песцов в Арктической зоне Якутии и молекулярно-генетическое исследование *A. multilocularis*.

Материалы и методы

Работу выполняли в 2018–2021 гг. на территории тундровой зоны Якутии. В 2018 г. были исследованы материалы от 9 песцов, в 2019 г. – от 27, в 2020 г. – от 51, в 2021 г. – от 119 песцов. Желудочно-кишечный тракт, другие органы и ткани исследовали методом полного и неполного гельминтологического вскрытия. Видо-

вую принадлежность *A. multilocularis* определяли по «Определителю гельминтов хищных млекопитающих СССР» [1]. Для морфологических исследований извлеченных паразитов фиксировали в 70%-ном спирте, отдельные фрагменты цестод для молекулярно-генетических исследований помещали в 96%-ный этанол.

Для определения генетического разнообразия *A. multilocularis* подвергали секвенированию митохондриальной и ядерной ДНК; проведен скрининг нуклеотидных последовательностей в генах *nad1*, *cox1*, *rrnS*, *atp6* и *actII* для определения профили изолята арктической зоны. Всего выполнено 19 молекулярно-биологических исследований, из них 14 проб были использованы для определения изолята арктической зоны. Исследование 19 образцов гельминтов от песцов проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) при следующих условиях: начальная стадия денатурации при 94 °С в течение 3 мин., затем 30 циклов при 96 °С в течение 30 с, при 56 °С в течение 30 с, 72 °С в течение 1 мин., заключительный этап расширения при 72 °С в течение 7 мин., за исключением *actII* с более коротким временем расширения до 50 с для повышения строгости усиления. Ампликоны затем очищали с помощью экстракта нуклеоспинов II комплект (Мачерей Нагель, Дюрэн, Германия) и непосредственно секвенировали с использованием набора для секвенирования цикла терминатора BigDye (Прикладные биосистемы). Шаблон ветвления был сгенерирован программным обеспечением MEGA7 (Кумар и др., 2016) с использованием метода соединения с соседом (N-J).

Результаты и обсуждение

Тушки песцов, предоставленные охотниками из охотничьих хозяйств тундровой зоны, исследовали методом полного и неполного гельминтологического вскрытия. В 2018 г. подвергли вскрытию 9 песцов, в 2019 г. – 27, в 2020 г. – 51, в 2021 г. – 119 песцов. Все 206 исследованных песцов оказались инвазированы альвеококками.

Половозрелый *A. multilocularis* – ленточный гельминт длиной 1,3–2,2 мм (рис. 1, 2). Зрелые яйца выделяются с фекалиями животных, загрязняя их шерсть и окружающую среду. Яйца *A. multilocularis* (онкосферы) устойчивы

к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и переносят низкую температуру Якутии. В желудочно-кишечном тракте животных яйца освобождаются от оболочки; выделившиеся онкосферы разносятся током крови по различным органам. Большая часть личинок задерживается в печени, часть оседает в легких, незначительная часть личинок может попасть в почки, кости, мозг. В пораженном органе развивается киста или несколько «эхинококковых пузырей». «Эхинококковая» киста растет медленно, на протяжении нескольких лет, отодвигая и сдавливая, атрофирует и некротизирует ткани органа. Особенностью личиночной стадии кистозного альвеококка является инфильтративный рост и способность метастазировать в любые органы.



Рис. 1. *Alveococcus multilocularis* из кишечника песца (*Alopex lagopus*) (фото Л. М. Коколовой)

[Fig. 1. *Alveococcus multilocularis* from the intestines of the arctic fox (*Alopex lagopus*) (photo by L. M. Kokolova)]

В кишечнике песцов находили большое число половозрелых *A. multilocularis*. Интенсивность инвазии составила от нескольких сотен до тысячи экземпляров, что согласуется с ранее полученными нами данными [4–6].

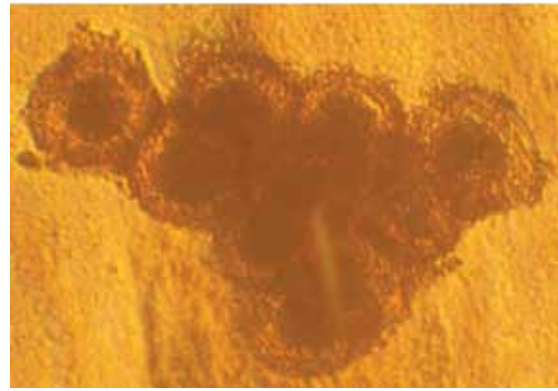


Рис. 2. Вид онкосферы *Alveococcus multilocularis* из кишечника песца (*Alopex lagopus*) (фото Л. М. Коколовой)

[Fig. 2. View of the oncosphere of *Alveococcus multilocularis* from the intestines of the arctic fox (*Alopex lagopus*) (photo by L. M. Kokolova)]

Проведенные исследования дали возможность выявить природные очаги альвеококкоза в условиях Арктической зоны. Возможны следующие схемы заражения: мелкие грызуны (лемминги) – полярные песцы – мелкие грызуны (лемминги); мелкие грызуны (лемминги) – полярные песцы ↔ северные олени. Северный олень может съесть яйца птиц или даже самих птенцов, а также поедать мелких грызунов (полевок и леммингов), которые в изобилии водятся в тундре.

Личиночная стадия альвеококка паразитирует у диких и домашних оленей. Ларвоциста состоит из кутикулярной оболочки, паренхимного (зародышевого) слоя, пузырной жидкости. Пузырьки обладают способностью к экзогенному делению, в результате которого инфильтрируют ткань пораженного органа, сдавливают кровеносные сосуды и желчные протоки, прорастают в них, распространяются в соседние органы.

Болезнь опасна и для человека; она характеризуется тяжёлым хроническим течением и первичным опухолевидным поражением печени, нередко с метастазами в головной мозг или лёгкие, а также во многие другие органы.

Альвеолярный эхинококкоз считается одним из наиболее патогенных зоонозов в умеренных и арктических регионах. В 2017, 2018, 2020 и 2021 гг. было зарегистрировано по два случая заболевания (или 0,21 на 100 тыс. населения), в 2016 и 2019 гг. – по одному случаю

(0,12 на 100 тыс. населения). В возрасте 20–39 лет – 2 случая, 40–59 лет – 2, 60 лет и старше – 3 случая; на долю мужчин приходится 43%, на долю женщин 57%. У 100% пациентов регистрировали поражение печени.

Для каждого изолята были исследованы последовательности в пяти генах-мишенях (*nad1* – 589 bp, *cox1* – 789 bp, *rrnS* – 362 bp, *atp6* – 516 bp, *act11* – 459 bp), всего более двух тысяч нуклеотидных последовательностей. Четыре нуклеотидные замены в *cox1* были идентичны эталонным изолятам из Северной Америки (N1) [12] и два изолята соответствовали образцам, принадлежащим к азиатской группе. Последовательность используемых ПЦР-праймеров при диагностике *A. multilocularis* и его гено-типа, заражающего окончательного хозяина, при использовании двухуровневого ПЦР-исследования обозначались: GTGAGGCGAT GTGGT GATGGAGA; GAAGGCAAGTGTCA GGGGCAGTAG; CAAAGACGGCAATCCAA (PF9); STACATCGACTCAAAGTGT (PF18).

На территории Арктической зоны Якутии обнаружена форма *A. multilocularis*, близкая к североамериканскому штамму N1.

Заключение

В зоне Арктической территории Якутии выявлен круг восприимчивых животных, регулярные и долгосрочные исследования дают не только понятие биологии и передачи инвазии, но включают детальный анализ распространения заболевания с показателем популяционного размера зараженных животных и обширность территорий, т. е. природных очагов.

Результаты исследования послужат основанием для организации эффективных противопаразитарных мероприятий и разработке мер контроля, направленных на уменьшение распространения паразита у домашних животных, и, следовательно, снижение заболеваемости населения этой болезнью и при строгом выполнении ветеринарно-санитарных и экологических аспектов противопаразитарных мероприятия будут успешны.

Список источников

1. Бессонов А. С. Альвеолярный эхинококкоз (*Echinococcus multilocularis*) и гидатоз. М.: Россельхозакадемия, 2003. 334 с.

2. Губанов Н. М. Зараженность альвеококкозом хищных млекопитающих и мышевидных грызунов в Якутии // Сборник докладов научной конференции, посвященной 80-летию К. И. Скрябина. М., 1960. С. 41-42.
3. Исаков С. И., Сафронов М. Г. Эхинококкоз и альвеококкоз животных в Якутии // «Перспективы ликвидации потерь от эхинококкоза в животноводстве»: тезисы докладов научно-практического семинара. М., 1987. С. 23.
4. Кокколова Л. М. Особенности распространения зоонозных гельминтозов на Крайнем Севере // Труды Всероссийского института гельминтологии. М.: Россельхозакадемия, 2006. Т. 41. С. 91–96.
5. Кокколова Л. М., Сафронов В. М., Платонов Т. А., Захаров Е. С., Верховцева Л. А., Гаврильева Л. Ю. Эпизоотологическая ситуация по зоонозам и паразитарным болезням животных и рыб в Якутии // Вестник Северо-Восточного Федерального университета им. М. К. Аммосова. 2012. Т. 9, № 3. С. 86–90.
6. Кокколова Л. М., Платонов Т. А., Верховцева Л. А., Григорьева Л. А., Кочнева Л. Г. Роль паразитарных болезней в патологии человека // Российский паразитологический журнал. 2013. № 2. С. 43–47.
7. Морозов Ю. Ф. К познанию гельминтофауны грызунов и насекомоядных животных СССР и опыт ее эколого-географического анализа: дис. ... канд. биол. наук. М., 1955. 346 с.
8. Овсякова Н. И. Природный очаг альвеолярного эхинококкоза на Чукотке // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. М., 1961. № 2. С. 226.
9. Сафронов М. Г. О видовом составе возбудителей эхинококкоза в Якутской АССР // Сборник работ по гельминтологии. М., 1959. Ч. 1. С. 165–166.
10. Сафронов М. Г. Эпизоотология альвеококкоза и эхинококкоза в Якутской АССР // Ветеринария. 1963. № 4. С. 48–49.
11. Knapp J., Staebler S., Bart J. M., Stien A., Yoccoz N. G., Drögemüller C., Gottstein B., Deplazes P. *Echinococcus multilocularis* in Svalbard, Norway: microsatellite genotyping to investigate the origin of a highly focal contamination. *Infect. Genet. Evol.* 2012; 1270–1274.
12. Nakao M., Xiao N., Okamoto M., Yanagida T., Sako Y., Ito A. Geographic pattern of genetic variation in the fox tapeworm *Echinococcus multilocularis*. *Parasitol. Int.* 2009; 58 (4): 384–389.

Статья поступила в редакцию 19.01.2022; принята к публикации 10.04.2023

Об авторах:

Коколова Людмила Михайловна, ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН обособленное подразделение «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова» (677001, Российская Федерация, г. Якутск, ул. Бестужево-Марлинского, 23/1), г. Якутск, Российская Федерация, доктор ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0002-0963-9623, kokolova_lm@mail.ru

Гаврильева Любовь Юрьевна, ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН обособленное подразделение «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова» (677001, Российская Федерация, г. Якутск, ул. Бестужево-Марлинского, 23/1), г. Якутск, Российская Федерация, кандидат ветеринарных наук, ORCID ID: 0000-0002-0512-2993, lubov.gavrileva86@mail.ru

Охлопков Иннокентий Михайлович, ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН обособленное подразделение «Институт биологических проблем криолитозоны» (677980, г. Якутск, Российская Федерация, пр-т Ленина, 41), г. Якутск, Российская Федерация, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-6227-5216, imo-ibpc@yandex.ru

Вклад соавторов:

Коколова Людмила Михайловна – научное руководство, сбор материала для исследования, проведение научно-исследовательской работы, анализ полученных данных, подготовка статьи.

Гаврильева Любовь Юрьевна – проведение научно-исследовательской работы, анализ полученных результатов исследования.

Охлопков Иннокентий Михайлович – сбор материала для исследования и анализ полученных результатов.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- Bessonov A. S. Alveolar echinococcosis (*Echinococcus multilocularis*) and hydatosis. Moscow: Russian Agricultural Academy, 2003; 334. (In Russ.)
- Gubanov N. M. Alveococcus infection in carnivorous mammals and mouse-like rodents in Yakutia. *Sbornik dokladov nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu K. I. Skryabina = Collection of reports of the Scientific Conference dedicated to the 80th Anniversary of K. I. Skryabin*. Moscow, 1960; 41-42. (In Russ.)
- Isakov S. I., Safronov M. G. Echinococcosis and alveococcosis of animals in Yakutia. «*Perspektivy likvidatsii poter' ot ekhinokokkoza v zhivotnovodstve*»: tezisyy dokladov nauchno-prakticheskogo seminar = "Prospects for the elimination of losses from echinococcosis in animal husbandry": abstracts of the Scientific and Practical Seminar. Moscow, 1987; 23. (In Russ.)
- Kokolova L. M. The spread of zoonotic helminth infections in the Far North. *Trudy Vserossiyskogo instituta gel'mintologii = Proceedings of the All-Russian Institute of Helminthology*. M.: Russian Agricultural Academy, 2006; 41: 91-96. (In Russ.)
- Kokolova L. M., Safronov V. M., Platonov T. A., Zakharov E. S., Verkhovtseva L. A., Gavrilieva L. Yu. Epizootological situation on zoonosis and parasitic diseases of animals and fish in Yakutia. *Vestnik Severo-Vostochnogo Federal'nogo universiteta im. M. K. Ammosova = Bulletin of the M. K. Ammosov North-Eastern Federal University*. 2012; 9 (3): 86-90. (In Russ.)
- Kokolova L. M., Platonov T. A., Verkhovtseva L. A., Grigorieva L. A., Kochneva L. G. The role of parasitic diseases in people pathology. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2013; 2: 43-47. (In Russ.)
- Morozov Yu. F. On the knowledge of helminth fauna in rodents and insectivorous animals in the USSR and the experience of its ecological and geographical analysis: autoref. dis. ... Cand. Biol. Sci. Moscow, 1955; 346. (In Russ.)
- Ovsyukova N. I. Natural focus of alveolar echinococcosis in Chukotka. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*. Moscow, 1961; 2: 226. (In Russ.)
- Safronov M. G. On species composition of echinococcosis pathogens in the Yakut ASSR. *Sbornik rabot po gel'mintologii = Collection of works on helminthology*. Moscow, 1959; 1: 165-166. (In Russ.)
- Safronov M. G. Epizootology of alveococcosis and echinococcosis in the Yakut ASSR. *Veterinariya = Veterinary Medicine*. 1963; 4: 48-49. (In Russ.)

11. Knapp J., Staebler S., Bart J. M., Stien A., Yoccoz N. G., Drögemüller C., Gottstein B., Deplazes P. *Echinococcus multilocularis* in Svalbard, Norway: microsatellite genotyping to investigate the origin of a highly focal contamination. *Infect. Genet. Evol.* 2012; 1270–1274.
12. Nakao M., Xiao N., Okamoto M., Yanagida T., Sako Y., Ito A. Geographic pattern of genetic variation in the fox tapeworm *Echinococcus multilocularis*. *Parasitol. Int.* 2009; 58 (4): 384–389.

The article was submitted 19.01.2022; accepted for publication 10.04.2023

About the authors:

Kokolova Luidmila M., FSBIS FRC YaSC SB RAS, Separate Subdivision "M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture" (23/1 Bestuzhev-Marlinsky st., Yakutsk, 677001, Russia), Yakutsk, Russia, Doctor of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0002-0963-9623, kokolova_lm@mail.ru

Gavrileva Lubov Yu., FSBIS FRC YaSC SB RAS, Separate Subdivision "M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture" (23/1 Bestuzhev-Marlinsky st., Yakutsk, 677001, Russia), Yakutsk, Russia, Candidate of Veterinary Sciences, ORCID ID: 0000-0002-0512-2993, lubov.gavrileva86@mail.ru

Okhlopov Innokentiy M., FSBIS FRC YaSC SB RAS, Separate Subdivision "Institute for Biological Problems of Permafrost" (41 Lenina Ave., Yakutsk, 677980, Russia), Yakutsk, Russia, Candidate of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-0002-6227-5216, imo-ibpc@yandex.ru

Contribution of co-authors:

Kokolova Luidmila M. – academic supervision, material collection for research, research work, obtained data analysis, article preparation.

Gavrileva Lubov Yu. – research work, analysis of the study results.

Okhlopov Innokentiy M. – material collection for research and analysis of the results.

All authors have read and approved the final manuscript.