

ЭХИНОКОККОЗ В ЯКУТИИ

Л.М. Кокколова^{1,2}, М.Д. Ефремова¹¹ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН обособленное подразделение «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова»²ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»

Факультет ветеринарной медицины

г. Якутск, Республика Саха (Якутия)

Резюме. В данной статье приведены материалы по исследованию эпизоотологии и эпидемиологии эхинококкоза в Якутии. Эхинококкоз в Якутии встречается, как у диких, так и у домашних животных, является одним из самых опасных инвазий для человека. По степени зараженности половозрелыми цестодами и цистным эхинококкозом животных определяется наличие природных очагов, где основополагающим фактором является циркуляция передачи инвазии от окончательных хозяев промежуточным и наоборот. В большинстве случаев заражение человека эхинококкозом происходит при контакте с плотоядными животными, снятии, обработки шкур, добытых плотоядных, с тушкой добытых волков, лисиц выставленных «для экзотического фотографирования», при заносе мерзлых туш зверей в жилые помещения и употреблении контаминированных онкосферами эхинококка дикоросов (ягод, лука, трав и др.). Также, исследованы генотипы цестод и цист эхинококка, связанные с жизненными циклами домашнего скота и встречающихся в дикой природе, в качестве хозяев которых участвуют волки и лоси, северные олени.

Ключевые слова: дикие и домашние животные, население, Якутия, зараженность, виды, *Echinococcus granulosus*, *Alveococcus multilocularis*, генотипы.

ECHINOCOCCOSIS IN YAKUTIA

L.M. Kokolova^{1,2}, M.D. Efremova¹¹"Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov"²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "

Arctic State Agrotechnological University",

Faculty of Veterinary Medicine,

Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia)

Summary. This article presents materials on the study of epizootology and epidemiology of echinococcosis in Yakutia. Echinococcosis in Yakutia occurs in both wild and domestic animals, and is one of the most dangerous infestations for humans. According to the degree of infection with mature cestodes and cystic echinococcosis of animals, the presence of natural foci is determined, where the fundamental factor is the circulation of the transmission of invasion from the final hosts to intermediate ones and vice versa. In most cases, human infection with echinococcosis occurs through contact with carnivorous animals, removal, processing of skins of harvested carnivores, with the carcass of harvested wolves, foxes exposed "for exotic photographing", when bringing frozen carcasses of animals into residential premises and using wild plants contaminated with echinococcus oncospheres (berries, onions, herbs, etc.). Genotypes cestodes and larval cyst associated with the life cycles of livestock and found in the wild, which include wolves and moose, reindeer as hosts.

Key words: wild and domestic animals, population, Yakutia, infestation, species, *Echinococcus granulosus*, *Alveococcus multilocularis*, genotype.

Введение. Цестоды семейства *Taeniidae*, в том числе и *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1789) Rudolphi, 1801 известны со времен глубоко древности. Упоминание о пузырчатой форме эхинококка имеются сведения у Гиппократ, Аристотеля, Флорентина, Галена, Артея и других древних ученых. Гиппократ описал пузыри от быка и свиньи, а цистный гидатидоз печени человека он характеризовал как «наполненную водой печень». Аристотель упоминал о поражении гидатидами легких, а известный греческий писатель и агроном Флоренции, живший в начале III столетия нашей эры, неоднократно наблюдал «гидатиды» у свиней и овец.

Факт, что эхинококковые пузыри являются личиночной стадией цестоды, был доказан лишь во второй половине XIX века, хотя в конце XVII столетия Redi (1684) высказал предположение о животной природе ларвоцисты, а Pallas (1766) и Goeze (1782) окончательно распознали ее паразитарную природу. Pallas описал зародышевые пузырьки в цистах эхинококка, Goeze обнаружил крючья на протосколеках. Batsch (1786) высказал предположение, что паразитарные пузырьки во внутренних органах животных и человека, и ленточные гельминты, паразитирующие в кишечнике плотоядных (волков, собак, лис) являются стадия и развития одной цестоды. Однако вопрос о принадлежности эхинококковых пузырей, обнаруживаемых у животных и человека, и ленточной цестоды у собак к одному виду гельминта установили только лишь во второй половине XIX века, данные Siebold (1853) обнаружившего в яйцах тении шестикрючный зародыш выявившего взрослую форму эхинококка и экспериментально скормив собакам эхинококковые пузыри от крупного рогатого скота и овец, позволило расшифровать жизненный цикл цестоды *Echinococcus granulosus*. Одновременно с Siebold очень похожие данные получил Küchenmeister (1853) в опытах с *Coenurus cerebralis*, что дало основание Скрыбину и Шульцу (1922) считать Siebold и Küchenmeister авторами открытия жизненного цикла отдельных тениид, в том числе *Echinococcus granulosus*. Открытие Siebold – Küchenmeister подтвердили позже Beneden (1858), Leuckart

(1863), Naunyn (1863), Krabbe (1866), а из наших отечественных исследователей Островский (1860). Naunyn, также доказал идентичность пузырей *Echinococcus granulosus* животных и человека, которых ранее считали разными.

По статистике уровень заболеваемости населения эхинококкозом в Якутии превышает уровень Российской Федерации в 3 раза, Дальневосточного Федерального округа в 4,5 раз, по показателям заболеваемости населения, можно считать, что в Якутии эхинококкоз является одним из распространенных и опасных паразитарных болезней для человека [1]. Заражение онкосферами эхинококков происходит при контакте с зараженными цестодами собак, при снятии шкур, добытых диких плотоядных животных семейства *Canidae* – волка, лисы, полярного песца, случаи контакта с добытыми волками, «выставленных» охотниками на фотографирование с «добычей», занос трупов в жилые помещения, при употреблении и сбора диких ягод и случайно контаминированными продуктами питаниями [2,3]. В Арктической зоне Якутии имеет распространение цестоды *Alveococcus multilacularis* у полярных песцов и его личиночная стадия *Alveococcus multilacularis* (larva) встречается у леммингов, от них могут заразиться северные олени во время «дикования» [4,5], зараженные органы печень, легкие поедают охотничьи или оленегонные собаки, они имеют постоянный доступ к жилищам и ярангам и контактируют с охотниками, оленеводами и их семьями, показатели заболевания нескольких членов семьи.

Изучение природной очаговости *Echinococcus granulosus*, эпизоотологическая оценка инвазии у диких и домашних животных, разработка предупреждающих и профилактических мероприятий с учетом природно-климатических условий и социально-экономических преобразований и эпидемиологическая оценка заболеваемости населения в Якутии остается актуальной проблемой и является **целью** наших исследований.

Материалы и методы исследования. Исследование органов и тканей проведены методом полного и неполного вскрытия по

Скрябину, 1928 домашних и диких животных. Исследованы органы и ткани животных, относящихся к: семейству *Canidae*: волк (*Canis lupus*) в количестве 139 гол., белый песец (*Alopex lagopus*) – 323 гол., красная лиса (*Vulpes vulpes*) – 103 гол., от собак (*Canis familiaris*) – 4 гол., а также исследованы методом Фюллеборна пробы фекалий от 445 бездомных собак; семейству *Ursidae*: медведь *Ursus arctos* – 5; семейству *Felidae*: рысь (*Felis lynx*) – 3; семейству *Mustelidae*: росомаха (*Gulo gulo*) – 31, соболь (*Martes zibellina*) – 364, восточная норка (*Neogale vison*) – 2, горноста́й (*Mustela erminea*) – 13 голов; семейству *Cervidae*: дикий северный олень (*Rangifer tarandus*) – 41, домашний северный олень – 334, косуля (*Capreólus pygárgus*) – 134, лось (*Alces alces*) – 60, изюбр (*Cervus elaphus*) – 4; к семейству *Equidae*: лошадь (*Equus*) – 360 голов; к семейству *Bovidae*: снежный баран (*Ovis canadensis nivicola*) – 5, крупный рогатый скот (*Bos taurus*) – 280 голов. *Rodentia* относящихся к семейству *Muridae*: полевка экономка (*Microtus oeconomus*) – 49; лесная мышь (*Apodemus uralensis*) – 42; серая крыса (*Rattus norvegicus*) – 6, сибирский лемминг (*Lemmus sibiricus*) – 34 экземпляров.

Подсчет количества протосколексов в расчете на 1 мл эхинококковой жидкости с целью определения, активно функционирующих или фертильных штаммов *E. granulosus* проводили с использованием счетной камеры ВИГИС (1987). При обнаружении ларвоцист *E. granulosus*, проводили расчет экстенсивности (в %) и интенсивности инвазии (экз./особь). Исследование проводили методом полного вскрытия отдельных органов и тканей: печени, легких по К.И. Скрябину, 1928. Половозрелые цестоды зафиксированы в 70% спирту, цисты *Echinococcus granulosus* (Batsch, 1786) заморожены или также зафиксированы в 70% спирту. Материалы по заболеваемости население республики представили ЯРЦЭМ.

Цестоды эхинококки подготовленные для ДНК исследования посмотрели под микроскопом, затем отсасывали пипеткой и каждый переносим в пробирку для ПЦР объемом 200 мкл, содержащую 20 мкл 0,02 М NaOH. Из образцов кисты скальпелем вырезали небольшой кусочек ткани размером

приблизительно 1 × 1 мм и каждый переносили в отдельные пробирки, содержащие по 30 мкл 0,02 М NaOH. Цисты подвергали лизису при 95°C в течение 15 мин [6]. Лизат использовали непосредственно в качестве матрицы для последующих молекулярных анализов или хранили при температуре -20°C до использования. ДНК была получена с помощью протеиназы К сбраживание с последующей фенолхлороформной экстракцией и осаждением EtOH, как описано [7].

Результаты исследования. При изучении эхинококкоза выполнены исследования органов и тканей от диких плотоядных животных (*Alopex lagopus*, *Vulpes vulpes*, *Canis lupus*, *Lynx lynx*, *Gulo gulo* др.), диких копытных животных (*Rangifer tarandus*, *Capreólus pygárgus*, *Cervus elaphus*, *Alces alces*), домашних животных (*Equus*, *Bos Taurus*) и мелких грызунов (*Lemmus sibiricus*, сем. *Muridae*), проведен исследование проб фекалий от собак в оленеводческих, охотничье-промысловых хозяйствах, сельских населенных пунктов и бездомных собак в мегаполисе.

Половозрелые гельминты, длина которых составляет всего несколько миллиметров, живут в тонком отделе кишечника у окончательных хозяев (волка, лисы, белого песца и др.), зрелые членики с онкосферами (яйцами эхинококка) выделяются в окружающую среду с калом, после попадания во внешнюю среду членик цестоды *E. granulosus* имеет возможность «передвигаться» по вертикали или по горизонтали, оставляя при этом на поверхности кала или листьев растений, на почве свои яйца (онкосферы), которые сохраняют свою жизнеспособность на длительное время, попав в организм онкосфера эхинококка превратится в кистоподобную личиночную метацестоду и локализуется в различных органах и тканях чаще всего в печени и легких. Протосколексы в личиночной метацестоде развиваются в большом количестве, циста увеличивается в размере. В организм окончательного хозяина попадают с пораженными эхинококковыми цистами органом и превращаются в половозрелых цестод *E. granulosus*.

При случайном попадании инвазионных яиц в организм человека может произойти

развитие метацестод во внутренних органах, что приведет к цистозному эхинококкозу, в продолжительное время из-за роста цисты в размере и повреждения органов увеличением кист, что в конечном итоге может привести к летальному исходу [8,9].

Исследование проб тканей и органов диких плотоядных и опытных животных проведены в ноябрь-декабрь и март-апрель месяцы, что совпадает со временем охоты. Определение зараженности на основании гельминтологических вскрытий внутренних органов у северных домашних оленей проводились в хозяйствах таежной, горно-таежной и тундровой зон вовремя убоя животных. Исследованы органы и ткани у 334 оленей, эхинококковые цисты были обнаружены у 2 животных, что составило 0,59%, по 1 и 2 цисты в печени.

Результаты исследования при убое 360 голов лошадей табунного содержания, впервые были обнаружены эхинококковых цист у трех животных в печени, что составляет 0,83% от числа исследованных, по 1–3 экз. эхинококковых пузырей на одном органе.

Исследованы 280 голов убойного поголовья крупного рогатого скота, только в одном случае были обнаружены эхинококковые цисты, в количестве 3 пузырей в печени, что составило 0,35% зараженности из числа исследованных животных.

Исследование хищных животных, добытых на охоте:

Из семейства *Canidae*: всего исследовали кишечника от 139 волков (*Canis lupus*) в 98 пробах обнаружены половозрелые эхинококки *E. granulosus*, что составило 69%, при интенсивности инвазии в среднем до $1066,4 \pm 70$ экз. половозрелых цестод.

Исследовали кишечник от 323 белых песцов (*Alopex lagopus*) из них половозрелые альвеококки *Alveococcus multilocularis* были обнаружены в 318 пробах, это составляет 98,1%, интенсивность инвазии более 15900 ± 261 экз. цестод на одного животного.

Исследовано 103 пробы кишечника от красных лисиц (*Vulpes vulpes*) половозрелые эхинококки обнаружено в 8 пробах, что составляет 17,5% зараженность, с интенсивностью инвазии до 1807 экз. на одну особь.

Из исследованных 445 проб фекалий собак (*Canis familiaris*) в двух пробах были обнаружены зрелые членики эхинококка, что составило 0,45%.

Исследовано 41 туша и органы дикого северного оленя, эхинококковые цисты обнаружили у 4 особей, что составило 9,75%, из них у 3 животных в печени и в одном случае на гортани.

Исследовано органы от 134 сибирских косуль, впервые на территории Центральной Якутии в печени у одной особи была обнаружена эхинококковая циста, что составило 0,74% зараженности.

При исследовании органов и тканей у добытых 60 лосей, обнаружены цисты у 27 лосей или 45% были заражены, эхинококковые цисты были обнаружены в печени у 7 и в легких у 11 лосей и одновременно в печени и легких у 9 лосей от 1 до 7 цист в одном органе. Исследовано 4 особей благородных оленей эхинококковая циста была обнаружено у одного (25%) в печени. У исследованных 5 снежных баранов эхинококковые цисты не были обнаружены.

Все обнаруженные эхинококковые цисты были фертильными, в жидкости пузырей обнаруживали протосколексы эхинококков, некоторые из них были сформулированными крючьями в два ряда и четырьмя присосками.

Как отмечают исследователи эхинококковой инвазии, видовой комплекс *Echinococcus granulosus* s.l. состоит из пяти различных видов: *E. granulosus sensu stricto* (s.s.), *E. equinus*, *E. ortleppi*, *E. felidis* и *E. canadensis*. Последний вид наиболее разнообразен, содержит различные генотипы (G6, G7, G8 и G10), и ведутся споры о том, следует ли разделять *E. canadensis* на два или даже на три вида [10-12]. В то время как близкородственными и распространенными по всему миру генотипы G6 и G7 в основном связаны с жизненными циклами домашнего скота и собак (часто с участием свиней или даже верблюдов), и что генотипы G8 и G10 встречаются в дикой природе в арктической зоне, в качестве хозяев которых, участвуют волки и лоси, северные олени.

Как отметили некоторые авторы, *Echinococcus granulosus* согласно по распределению хозяев генотипа G8 и G10 можно встретить в северных широтах – от умеренных до арктических зон [13].

В то время как все варианты генотипов G6 и G7 генетически близки (и их часто называют кластером G6/7) [14], взаимосвязь генотипов G8 и G10 друг с другом и с генотипом G6/7 решается по-разному в зависимости от того, как рассматривается их ядерная или митохондриальная ДНК. Тут тоже разные авторы также отмечают что, если анализ митохондриального генома предполагает более близкое родство генотипа G10 к генотипу G6/7, но в тоже время как некоторые гены ядерных маркеров могут поддерживать схожесть с генотипа G8 и генотипа G10 [11,15]. В настоящем исследовании мы собрали образцы *Echinococcus* spp. от различных диких и домашних definitive и промежуточных хозяев эхинококка и исследовали их на предмет видового, генотипического и гаплотипического разнообразия, чтобы получить новое представление о структуре кластера *Echinococcus granulosus* и *Echinococcus canadensis* в Якутии. В результате получены новые данные по генетическому исследованию цестод. Половозрелые цестоды и их фрагменты были выделены из образцов половозрелых цестод от 94 волков, двух северных оленей, одного лося, одного благородного оленя и косули. В зависимости от образца, от 1 до 36 фрагментов эхинококков, в общей сложности 713 экз., были исследованы с помощью ПЦР метода, с амплификацией небольших фрагментов гена длиной 170-200 п.н. она была успешной только у 191 цестоды из 35 образцов. В результате исследование *Echinococcus canadensis* генотип G10 был обнаружен у 15 волков (1-14 цестод на волка), а *A. multilocularis* – у двух волков (1 и 2 цестоды). У 21 волка была выявлена инвазия ювенильным *Taenia* sp., из которых фрагмент *pad1* размером ≈ 200 п.н. имел 95,5% сходства с *T. multiceps* (NC012894; [16], два из этих волков были инвазированы *E. canadensis* с генотипом G10. У 38 цестод *E. canadensis* генотип G10 были получены от десяти волков. Амплификация и

секвенирование полного гена COX-1 была успешной. Анализ промежуточных хозяев также выявил заражение *E. canadensis* генотипа G10 у двух северных оленей, одного лося и одного благородного оленя удалось секвенировать полный ген COX-1. У всех этих образцов проведены полногеномное секвенирование и в общей сложности получены 42 последовательности COX-1.

Также нами были исследованы другие виды хищных животных и мышевидных грызунов: медведь *Ursus arctos arctos* – 5, рысь (*Felis lynx*) – 3, росомаха (*Gulo gulo*) – 31, соболь (*Martes zibellina*) – 364, восточная норка (*Neogale vison*) – 2, горностаи (*Mustela erminea*) – 13 голов, грызуны *Muridae* полевка экономка (*Microtus oeconomus*) – 49; лесная мышь (*Apodemus uralensis*) – 42; серая крыса (*Rattus norvegicus*) – 6, сибирский лемминг *Lemmus sibiricus* – 34 экземпляров, зараженность эхинококковой инвазией не установили.

Факторы риска и зараженность населения кистозным эхинококкозом. Эхинококкоз наносит серьезный урон здоровью населения Якутии. Заболеваемость регистрируется во всех 34 районах республики, наиболее неблагоприятная ситуация наблюдается в Олекминском, Кобяйском, Верхневилуйском, Намском районах. За период исследования 2019-2022 гг. было зарегистрировано 295 случаев заболевания, эти показатели (по годам) составляют от 0,4 до 1,6 на 100 тысяч населения республики, что превышает средний показатель заболеваемости по Российской Федерации до четырех раз. Заболеваемость эхинококкозом населения регистрируется среди всех возрастных групп. При обработке данных по заболевшим эхинококкозом населения 35,5% составляет люди в возрасте старше 60 лет, из них 55,3% больных эхинококкозом женщины, 47,4% заболевших в возрасте до 55 лет и 17,1% до 24 лет. Из общего числа заболевания эхинококкозом в локализации эхинококковых пузырей в органах человека, преобладает нахождение эхинококковых кист в печени (207) 70,1%, в легких (74) – 25,1%, в гортани (7) – 2,44%, селезенке (6) – 2,03% и в головном мозгу – 0,33%. Диагноз больных эхинококкозом в большинстве случаев были установлены в результате обследования

инструментальными методами при рентгенографии, УЗИ обследовании внутренних органов, а также при компьютерной томографии (во время пандемии). К сожалению, в наших медицинских учреждениях лабораторной диагностики исследование серологическими методами заболеваемость населения эхинококкозом проводятся в очень малом количестве.

Обсуждение. Анализ выявления причинно-следственных связей показали, что все случаи заражения произошли на территории Якутии. Эхинококкоз регистрируется среди лиц различной профессиональной принадлежности. Заражение происходит в результате тесного и длительного контакта с зараженными половозрелыми эхинококками домашними плотоядными это в 57,1% случаях (охотничьи и оленегонные собаки), во время работы на звероферме по разведению песцов и лисиц – 14,3%, при выполнении работ по выделке шкур пушных зверей (лисы, волка) и шитья меховых изделий – 28,3% и один случай (девочка, 12 лет) – 0,3% при контакте ребенка в трехлетнем возрасте с детенышем волка, которого содержали придорожном кафе. Во всех выявленных случаях больные были оперированы, состоят на диспансерном учете, после удаления эхинококковой кисты получают лечение альбендазолом.

Полученные в ходе многолетней исследовательской работы результаты гельминтологических диких плотоядных и опытных животных представляют устойчивые природные очаги эхинококкоза. При детальном изучении практическая заболеваемость населения, возможно и имеет более высокие показатели, что указывает о необходимости проведения целенаправленных ранних противоэпидемиологических и профилактических мероприятий в нашем регионе, где имеются высокие показатели зараженности диких и домашних животных и повсеместное распространение устойчивых природных очагов.

Также досадно было бы сообщить, что по информации Департамента ветеринарии Республики Саха (Якутия) «зараженность эхинококками сельскохозяйственных животных не регистрируется», а в

лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РС (Я)», где ежегодно проводится санитарно-паразитологическая экспертиза мяса и мясопродуктов возбудители паразитарных болезней не выявляются, хотя нам для исследования были представлены купленные на рынке и пораженные кистами эхинококками органы. Необходимо также регулирования численности безнадзорных животных, по сведениям 2021 года было зарегистрировано 46 466 собак, из них безнадзорными были 15 154 животных.

Заключение. По результатам наших исследований показывают, что на территории Якутии существуют природные очаги эхинококкоза. Ежегодные исследования показывают большой процент зараженности окончательных и промежуточных хозяев – диких и домашних животных *Echinococcus granulosus*. Впервые на территории Центральной Якутии выявлена зараженность цистами эхинококкоза сибирской косули и лошадей табунного содержания.

Наибольшую степень зараженности половозрелыми цестодами *Echinococcus granulosus* установили у волка, из числа исследованных животных у 69% были обнаружены половозрелые цестоды, а личиночная стадия эхинококкоза *Echinococcus granulosus (larva)* часто встречается у лосей, цистный эхинококкоз выявили у 45% исследованных животных. На территории Арктической Якутии из исследованных 323 белый песец (*Alopex lagopus*) половозрелые альвеококки *Alveococcus multilocularis* обнаружены у 318 особей, что составляет 98,1%, были, интенсивность инвазии более $15\,900 \pm 261$ экз. на одну особь.

В результате генотипического изучения образцов *Echinococcus* spp. *Echinococcus canadensis* генотип G10 были обнаружен у 15 волков (1-14 цестод на волка), а *A. multilocularis* – у двух волков (1 и 2 цестод). У 21 волка была выявлена инвазированность ювенильным *Taenia* sp., фрагмент генома *pad1* размером равной ≈ 200 п.н., два волка также были инвазированы *E. canadensis* с генотипом G10. Обнаруженные у десяти волков 38 цестод *E. canadensis* имели также генотип G10. Амплификация и

секвенирование полного гена COX-1 была успешной. Полученные данные по генетическому исследованию образцов *Echinococcus spp* от диких животных Якутии депонированы в Международном ген банке данных NCBI GenBank последовательности под номерами доступа OR420689-OR420703.

Необходимо также о регулировании численности бездомных и безнадзорных собак, в начале 2022 года безнадзорными были учтены 15 154 собак. Из исследованных 445 проб фекалий от собак, находящихся в пунктах временной передержки в двух пробах были обнаружены зрелые членики эхинококка *Echinococcus granulosus*, что составило 0,45%.

Литература

1. Игнатьева М.Е., Самойлова И.Ю., Будацьиренова Л.В., Николаева Г.Г., Корнилова М.В., Кокколова Л.М., и др. Эпидемиологическая ситуация по биогельминтозам в Республике Саха (Якутия). Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2017;(33):25-32. [Ignatieva M.E., Samoylova I.Yu., Budatsyrenova L.V., Nikolaeva G.G., Kornilova M.V., Kokolova L.M., et al. Epidemiological situation of biohelminthiasis in the Republic of Sakha (Yakutia). Far Eastern Journal of Infectious Pathology. 2017;33(33):25-32. (In Russ.)]
2. Кокколова Л.М., Охлопков И.М., Гаврильева Л.Ю., Сивцева Е.В., Степанова С.М., Дулова С.В. и др. Оценка эпизоотологической ситуации по эхинококкозу у диких плотоядных и копытных животных в Якутии. Ветеринария и кормление. 2022;4:29-32. [Kokolova L.M., Okhlopkov I.M., Gavriilyeva L.Yu., Sivtceva E.V., Stepanova S.M., Dulova S.V. et al. Assessment of the epizootological situation of echinococcosis in wild carnivores and ungulates in Yakutia. Veterinaria i kormlenie. 2022;4:29-32. (In Russ.)] <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-4-8>
3. Кокколова Л.М., Охлопков И.М., Слепцов Е.С., Гаврильева Л.Ю., Мамаев Н.В., Степанова С.М., и др. Экология лося в Якутии и паразитирующий опасный гельминт *Echinococcus granulosus*. Инпология и ветеринария. 2022;2(44):65-72 [Kokolova L.M., Okhlopkov I.M., Sleptsov E.S., et al. Ecology of moose in Yakutia and parasitic dangerous helminth. Hippology i veterinary medicine. 2022;2(44): 65-72. (In Russ.)]
4. Кокколова Л.М., Слепцов Е.С., Гаврильева Л.Ю. Экосистема Арктической зоны Якутии и проблемы северного оленеводства. Инпология и ветеринария. 2023;2(48):189-195. [Kokolova L.M., Sleptsov E.S., Gavriilyeva L.Yu. The ecosystem of the Arctic zone of Yakutia and the problems of reindeer husbandry. Hippology i veterinary medicine. 2023;2(48):189-195. (In Russ.)] <https://doi.org/10/52419/2225-1537/2023.2>
5. Кокколова Л.М., Слепцов Е.С., Гаврильева Л.Ю. Эпизоотическая ситуация по особоопасным гельминтозам псовых (Canidae) – белого песца (*Vulpes lagopus*) на территории Арктической Якутии. Ветеринария и кормление. 2023;2:33-36. [Kokolova L.M., Sleptsov E.S., Gavriilyeva L.Yu. Epizootic situation on especially dangerous helminthiasis of the Canidae family – the white Arctic fox (*Vulpes lagopus*) on the territory of Arctic Yakutia. Veterinaria i kormlenie. 2023;2:33-36. (In Russ.)] <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2023-2-8>
6. Nakao M, Sako Y, Ito A. 2003. Isolation of polymorphic microsatellite loci from the tapeworm *Echinococcus multilocularis*. Infect Genet Evol. 2003;3(3):159–163. [https://doi.org/10.1016/s1567-1348\(03\)00070-4](https://doi.org/10.1016/s1567-1348(03)00070-4)
7. Dinkel A, von Nickisch-Rosenegk M, Bilger B, Merli M, Lucius R, Romig T. Detection of *Echinococcus multilocularis* in the definitive host: coprodiagnosis by PCR as an alternative to necropsy. Journal of Clinical Microbiology. 1998;36:1871–1876. <https://doi.org/10.1128/JCM.36.7.1871-1876.1998>

8. Kern P, Menezes da Silva A, Akhan O, Müllhaupt B, Vizcaychipi KA, Budke C, et al. Chapter Four - The Echinococcoses: Diagnosis, Clinical Management and Burden of Disease. *Advances in parasitology*. 2017;96:259–369. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.09.006>
9. Addy F, Wassermann M, Kagendo D, Ebi D, Zeyhle E, Elmahdi IE, et al. Genetic differentiation of the G6/7 cluster of *Echinococcus canadensis* based on mitochondrial marker genes. *Int J Parasitol*. 2017;47(14):923–931. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.06.003>
10. Laurimäe T, Kinkar L, Moks E, Bagrade G, Saarma U. Exploring the genetic diversity of genotypes G8 and G10 of the *Echinococcus canadensis* cluster in Europe based on complete mitochondrial genomes (13550 – 13552 bp). *Parasitology*. 2023;150(7):631–637. <https://doi.org/10.1017/s0031182023000331>
11. Laurimäe T, Kinkar L, Moks E, Romig T, Omer RA, Casulli A et al. Molecular phylogeny based on six nuclear genes suggests that *Echinococcus granulosus sensu lato* genotypes G6/G7 and G8/G10 can be regarded as two distinct species. *Parasitology*. 2018;145(14):1929–1937. <https://doi.org/10.1017/s0031182018000719>
12. Lymbery AJ, Jenkins EJ, Schurer JM, Thompson RCA. *Echinococcus canadensis*, *E. borealis*, and *E. intermedius*. What's in a name? *Trends in parasitology*. 2015;31(1):23–29. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.11.003>
13. Romig T, Deplazes P, Jenkins D, Giraudoux P. Ecology and Life Cycle Patterns of *Echinococcus* Species. *Advances in parasitology*. 2017;95:213–314. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.11.002>
14. Jia WZ, Yan HB, Guo AJ, Zhu XQ, Wang YC, Shi WG, et al., Complete mitochondrial genomes of *Taenia multiceps*, *T. hydatigena* and *T. pisiformis*: additional molecular markers for a tapeworm genus of human and animal health significance. *BMC Genom*. 2010;11:447. doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2164-11-447>
15. Yanagida T, Lavikainen A, Hoberg EP, Konyaev S, Ito A, Sato MO, et al. Specific status of *Echinococcus canadensis* (Cestoda: Taeniidae) inferred from nuclear and mitochondrial gene sequences. *International journal for parasitology*. 2017;47(14):971–979. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.07.001>
16. Thompson RC. Biology and Systematics of *Echinococcus*. *Advances in parasitology*. 2017;95:65–110. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.07.001>

Для цитирования

Коколова Л.М., Ефремова М.Д. Эхинококкоз в Якутии. *Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева*. 2023;5:33–40. https://doi.org/10.54890/1694-6405_2023_5_33

Сведения об авторах

Коколова Людмила Михайловна – доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией гельминтологии ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН обособленное подразделение «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова», магистрант факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск, Республика Саха (Якутия) <https://orcid.org/0000-0002-0963-9623>. E-mail: kokolova_lm@mail.ru

Ефремова Мария Дмитриевна – аспирант лаборатории гельминтологии. гельминтологии ФГБУН ФИЦ ЯНЦ СО РАН обособленное подразделение «Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова». г. Якутск, Республика Саха (Якутия) E-mail: yakutskaya@list.ru