

doi: 10.31043/2410-2733-2018-1-60-66
УДК 619:616.995.1: 616-093/-098:59.084

О. А. Логинова, Л. М. Белова, Н. А. Гаврилова, Ю. Е. Кузнецов, В. А. Ширяева, М. С. Петрова

Прижизненная дифференциальная диагностика гельминтозов северного оленя

Аннотация. Свежевыделенные фекалии северных оленей, завезённых в Ленинградскую область из Мурманской области (2 фермы), были исследованы на кафедре паразитологии СПбГАВМ в феврале 2018 года методами флотационной и седиментационной овоскопии, а также методами лярво- и гельминтоскопии. Изучение препаратов осуществляли при помощи световых микроскопов МБС-10 (ЛОМО) и Микмед-6 (ЛОМО), для фотосъёмки использовали оптико-механический адаптер и камеру 5D Mark II (Canon). В пробах из фермы на юге Ленинградской области модифицированным методом Дарлинга были обнаружены овальные яйца, длина которых составляла 0,045–0,050 мм, ширина — 0,022–0,030 мм. Содержимое яиц зернистое, оболочка сравнительно толстая, многослойная, на обоих полюсах хорошо заметны «пробочки». На основании их морфологии яйца можно отнести к роду *Capillaria*. В пробах из фермы на севере Ленинградской области методом Вайда были обнаружены подвижные личинки, хвостовые концы которых были загнутыми и имели «шипики». Длина личинок составляла около 0,350 мм при ширине порядка 0,015 мм. На основании морфологии их личинок можно отнести к семейству *Protostrongylidae*. Физиологические особенности личинок, эпизоотологические и клинические данные позволяют предполагать, что возбудителем является гельминт рода *Elaphostrongylus*. Уточнение видовой принадлежности нематод при жизни дефинитивного хозяина требует применения средств из области молекулярной биологии, серологии, аллергологии и пр. Необходимость такого уточнения обусловлена как практическими интересами (стратегия лечения и профилактики), так и интересами фундаментальной паразитологии. Вопрос морфологической дифференциации нематод семейства *Protostrongylidae* по их личинкам L1 требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: *Capillaria*, *Elaphostrongylus*, *Parelaphostrongylus*, диагностическая паразитология, морфологическая диагностика, северный олень, *Rangifer tarandus*.

Авторы:

Логинова Ольга Александровна — кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры паразитологии им. В. Л. Якимова; e-mail: loginova_spb@bk.ru;

Белова Лариса Михайловна — доктор биологических наук, заведующая кафедрой паразитологии им. В. Л. Якимова; e-mail: larissabelova2010@yandex.ru;

Гаврилова Надежда Алексеевна — доктор ветеринарных наук, доцент кафедры паразитологии им. В. Л. Якимова; e-mail: nadezhda.gavrilova65@mail.ru;

Кузнецов Юрий Евгеньевич — кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры паразитологии им. В. Л. Якимова; e-mail: fish2017@yandex.ru;

Ширяева Вера Александровна — кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры паразитологии им. В. Л. Якимова; e-mail: shirochka07@mail.ru;

Петрова Марина Сергеевна — кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры паразитологии им. В. Л. Якимова; e-mail: marina_spb@bk.ru.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины», 196084, Россия, Санкт-Петербург, Черниговская улица, д. 5.

Введение. В настоящее время территория Арктики с её уникальными природными ресурсами является объектом повышенного интереса многих мировых держав. Рациональное освоение этих ресурсов, продуманное природопользование, сохранение и приумножение существующей флоры и фауны российской Арктики приобретают стратегически важное значение. Популяции дикого северного

оленя (*Rangifer tarandus*), равно как и стада домашних северных оленей — неотъемлемая часть арктического биоразнообразия, источник ценных продуктов оленеводства.

Гельминтозы северных оленей в естественных условиях можно отнести к биологическим регуляторам численности их поголовья [1]. Однако глобальные климатические изменения, исчезнове-

ние естественных хищников в сочетании с недостаточным отстрелом разрастающейся популяции и пр. ведут к истощению кормовой базы северных оленей, что вынуждает их перестраивать маршруты миграций, контактировать с животными других видов, с которыми они раньше не сталкивались [2–7]. Это, в свою очередь, повышает вероятность заражения северных оленей неспецифичными для них гельминтами, что может быть смертельно опасно [1, 8]. Интенсификация оленеводства, подразумевающая изменение естественных условий жизни оленей, также может способствовать распространению гельминтозов. Поэтому систематическое изучение гельминтофауны северного оленя остается необходимой мерой для понимания и прогнозирования эпизоотической ситуации по гельминтозам и разработки лечебно-профилактических мер. При этом научные достижения последних лет позволяют существенно расширить арсенал методов, используемых гельминтологами для обнаружения и дифференциации паразитических червей.

Материалы и методы. Исследование проведено в феврале 2018 года на базе кафедры паразитологии им. В. Л. Якимова ФГБОУ ВО СПбГАВМ. Материалом послужили свежесобраные фекалии северных оленей, завезённых в Ленинградскую область из Мурманской области. Ферма № 1 расположена на юге Ленинградской области, ферма № 2 — на севере (Рис. 1). Фекалии были исследованы: 1) по методу Вайда на наличие личинок первого возраста (L1) паразитических нематод подотряда Strongylida, поражающих органы дыхания; 2) флотационным методом (модифицированным методом Дарлинга) с применением универсальной флотационной жидкости, разработанной сотрудниками кафедры, для выявления так называемых «лёгких» яиц (нематод, некоторых цестод) [9]; 3) седиментационным методом последовательных промываний для обнаружения «тяжёлых» яиц (трематод); 4) методом культивирования личинок для получения личинок третьего возраста (L3) паразитических нематод подотряда Strongylida, поражающих органы пищеварения; 5) макроскопическим осмотром фекалий на наличие половозрелых гельминтов или их фрагментов (проглоттиды цестод). Изучение препаратов осуществляли при помощи световых микроскопов МБС-10 (ЛОМО) и Микмед-6 (ЛОМО), для фотосъёмки использовали оптико-механический адаптер и камеру 5D Mark II (Canon).

Результаты исследований. В пробах из фермы № 1 флотационным методом были обнаружены овальные яйца, длина которых составляла 0,045–0,050 мм, ширина — 0,022–0,030 мм. Содержимое яиц зернистое, оболочка сравнительно толстая, многослойная, на обоих полюсах хорошо заметны «пробочки» (Рис. 2).

В пробах из фермы № 2 методом Вайда были обнаружены подвижные личинки, хвостовые концы которых были загнутыми и имели «шипики». Длина личинок составляла около 0,350 мм при ширине порядка 0,015 мм (Рис. 3 и 4).

Обсуждение результатов. Идентификация обнаруженных яиц на уровне определения родовой принадлежности свелась к дифференцировке между нематодами родов *Trichuris* и *Capillaria*, поскольку только их яйца обладают характерными «пробочками». Во-первых, яйца *Trichuris* характеризуются большими размерами по сравнению с *Capillaria* вне зависимости от вида (Рис. 5). Например, В. Ю. Мицкевич [10] сообщает о власоглавах, паразитирующих у северных оленей, что



Рис. 1. Важенки (самки) из фермы № 2



Рис. 2. Яйца, обнаруженные флотационным методом, деление шкалы равно 15 мкм, увеличение 20 по объективу

яйца *Trichuris (Trichocephalus) tarandi* составляют в длину 0,067–0,075 мм, *T. ovis* — 0,071–0,078 мм, *T. massino* — 0,083–0,086 мм, *T. globulosa* — 0,07–0,072 мм, *T. baskakovi* — 0,08–

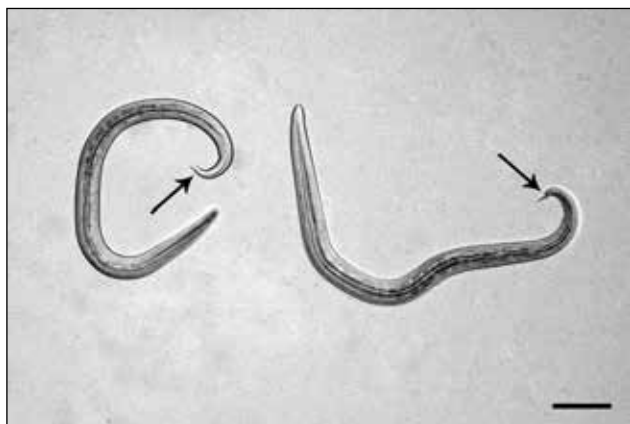


Рис. 3. Личинки с «шипиками» (стрелочки) на загнутых хвостовых концах, обнаруженные методом Вайда, деление шкалы равно 30 мкм, увеличение 20 по объективу



Рис. 4. Увеличенный «шипик» (стрелочка) на хвостовом конце личинки, деление шкалы равно 15 мкм, увеличение 100 по объективу



Рис. 5. Яйца с пробочками на полюсах, приведённые в едином масштабе: а — яйцо *Capillaria* spp. из фекалий северного оленя, деление шкалы равно 15 мкм, увеличение 20 по объективу; б — яйцо *Trichuris* spp. из фекалий овцы, деление шкалы равно 15 мкм, увеличение 40 по объективу

0,083 мм. П. А. Поляков [11] указывает, что размер яиц *T. ovis* варьируется в пределах 0,07–0,08 мм. Во-вторых, форма яиц власоглавов больше напоминает лимон, в то время как у яиц капиллярий «пробочки» несколько более вдавленные, а форма чаще тяготеет к бочкообразной.

Таким образом, обнаруженные яйца идентифицированы как яйца нематод рода *Capillaria* по их морфологическим признакам. Что касается определения видовой принадлежности, В. Ю. Мицкевич предлагает специфичный для северного оленя вид *C. rangiferi* [10]. Однако яйца этих капиллярий она описывает как лимонообразные, асимметричные (Рис. 6).

Действительно, у части обнаруженных яиц прослеживается асимметрия, а то, что этого не видно в отношении остальных яиц, может быть объяснено тем, что выпуклая часть яйца находится в плоскости, перпендикулярной плоскости предметного стекла (сверху или снизу) [11]. Несовпадение же по форме нарисованных В. Ю. Мицкевич яиц и обнаруженных нами может быть списано на погрешности при рисовании. Однако подобное допущение, на наш взгляд, не может являться достаточным основанием для того, чтобы безоговорочно отнести обнаруженные яйца к виду *C. rangiferi*, даже с учётом совпадения их размеров с описанными. С другой стороны, в пользу того, что это именно *C. rangiferi*, говорят эпизоотологические данные. По утверждению В. Ю. Мицкевич описанному капилляриозу больше подвержены северные олени, содержащиеся в вольере, а не те, что пользуются пастбищами. Наше исследование это подтверждает, т. к. животные из фермы № 1, у которых были обнаружены яйца капиллярий, в настоящее время содержатся в вольере, а животные из фермы № 2, у которых яйца капиллярий выявлены не были, содержатся на огороженном пастбище.

Необходимость дифференцирования яиц капиллярий с точностью до вида продиктована тем, что эти гельминты могут населять не только ки-

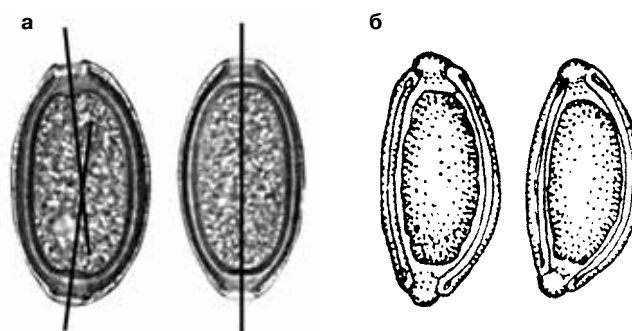


Рис. 6. Яйца *Capillaria*: а — яйцо *Capillaria* spp. из фекалий северного оленя, линиями указаны оси симметрии; б — яйца *Capillaria rangiferi* (по Мицкевич, [10])

шечник, но и гепатобилиарную, мочеполовую и дыхательную системы, а циклы их развития могут протекать с участием промежуточных хозяев (морская и речная рыба). Отсюда следует, во-первых, что препараты, действующие в пределах просвета желудочно-кишечного тракта, могут оказаться неэффективными в борьбе с определёнными капилляриозами; во-вторых, при заражении северных оленей через сырую рыбу (которую им иногда скармливают в качестве источника полиненасыщенных жирных кислот) существует также и угроза заражения человека при употреблении в пищу той же рыбы. Поэтому при обнаружении у северных оленей яиц *Capillaria* целесообразно проверить также и контактирующих с ними людей. Определить вид капиллярии исключительно по морфологии яиц представляется весьма затруднительным.

Потенциально возможно проведение экспериментального культивирования личинок капиллярий из яиц в искусственном желудочном соке, изучение и сравнение морфологии этих личинок с эталонными образцами, полученными от самок известных видов. Однако это технически не простой путь хотя бы потому, что подобное культивирование должно продолжаться около месяца. Кроме того, те капиллярии, что являются биогельминтами, могут замереть на стадии яиц.

Из средств прижизненной дифференциальной диагностики также можно предложить диагностическую дегельминтизацию с целью получения половозрелых особей для определения видовой принадлежности по их морфологии. Такой вариант может быть успешным, опять же, при условии, что паразит заселяет именно кишечник и может быть выделен с фекалиями.

В интересах фундаментальной науки можно подвергнуть ткани яиц процедуре секвенирования ДНК [12]. Кроме того, имея эталонные образцы, можно изготовить серологические или алергологические диагностикумы.

В отношении же полученных личинок можно с уверенностью утверждать, что они принадлежат к нематодам семейства Protostrongylidae, для которых характерен загнутый хвостовой конец, чаще всего увенчанный «шипиком». П. А. Поляков в качестве морфологических критериев для дифференциальной диагностики предлагает учитывать размеры личинок, наличие или отсутствие (род *Cystocaulus*) «шипики», степень пигментирования кишечника, относительную длину пищевода [11]. На рисунке 7 для сравнения представлены две разные личинки L1 семейства Protostrongylidae, по морфологии которых можно судить только о наличии «шипики». Даже в неподвижном и распрямлённом состоянии у них не просматривалась граница пищевода и кишечника, тело было светлым.



Рис. 7. Личинки с «шипиками» (стрелочки) на загнутых хвостовых концах: а — личинка из фекалий северного оленя, деление шкалы равно 15 мкм, увеличение 20 по объективу, б — личинка *Muellerius spp.* из фекалий козы, деление шкалы равно 15 мкм, увеличение 20 по объективу

Что их действительно отличает (помимо разных дифинитивных хозяев — северный олень и овца), так это размеры. Личинки мюллерий короче (0,24–0,26 мм) и тоньше чем те, что мы обнаружили (0,350 мм в длину). В. Ю. Мицкевич в своём труде «Гельминты северного оленя и вызываемые ими заболевания» 1968 года [10] утверждает, что из всего указанного семейства у северного оленя паразитирует только один представитель — *Elaphostrongylus rangiferi*. Приведённое детальное описание гельминта полностью соотносится с имеющимися у нас данными. Однако отказываться от возможных альтернативных вариантов было бы опрометчиво. Так, например, У. Форейт, 2012 [8] называет уже шесть видов гельминтов, производящих личинок с «шипиками» и паразитирующих у оленей: *Elaphostrongylus cervi*, *Muellerius capillaris*, *Parelaphostrongylus andersoni*, *P. odocoilei*, *P. tenuis*, *Varestrongylus alpenae*. Критериями отличия служат размеры, однако их диапазоны перекрываются, поэтому на практике отличить одну личинку от другой может быть крайне затруднительно [13]. Kаflе с соавторами, 2015-2017 [14-15] предлагают такие морфологические ориентиры, как общая длина и толщина личинки, расположение экскреторной поры, полового зачатка, границы пищевода и кишечника, размеры хвостового конца и «шипики». Кроме того, они обращают внимание на форму самого «шипики» (тонкий или напоминающий орлиный клюв), угол наклона «шипики», наличие выпячивания в начале хвостового отростка (Рис. 8).

Нисколько не умаляя достоинств проделанной авторами работы, отметим, что даже при использовании ими фазово-контрастной микроскопии и при высоком качестве снимков, указанные исследователями морфологические структуры (как, например, основание пищевода) рассмотреть практически

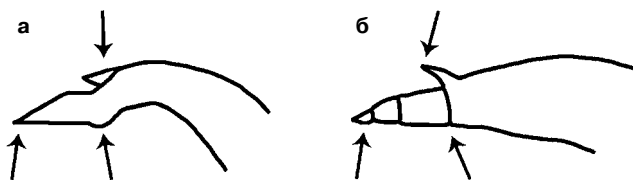


Рис. 8. Хвостовые концы личинок с «шипиками» по Kafle et al. [15], стрелочками указаны форма шипика (слева), угол наклона дорсального «шипика» по отношению к хвостовому концу личинки (сверху), наличие/отсутствие выпячивания в начале хвостового отростка: а — личинка *Parelaphostrongylus andersoni*, б — личинка *Varestrongylus eleguneniensis*.

невозможно. В качестве инструмента, дающего более чёткое изображение хвостового сегмента, можно предложить сканирующий электронный микроскоп. Однако подготовка материала представляет собой немалые трудности, ведь для съёмки нескольких личинок нужно получить их несколько сотен в виде чистой культуры. А поскольку личинки, например, *Elaphostrongylus* лишены свойства вертикальной миграции, их невозможно собрать при помощи устройств-ловушек вроде «звёздочки» Никитина-Павласека или его модификации [16]. Так или иначе, использование морфологических гидов подразумевает, что детально описаны все возможные представители, а не два или три.

Помимо морфологических, существуют и физиологические критерии. Например, по данным В. Ю. Мицкевич [10], личинки элафостронгилюсов чрезвычайно устойчивы к замораживанию и высушиванию (и это подтверждается нашими наблюдениями) в отличие от личинок мюллерий. Но опять-таки, дифференциальную диагностику затрудняет отсутствие аналогичной информации в отношении остальных протостронгилид. Различаются мюллерии и элафостронгилюсы и по способности заражать промежуточных хозяев. Следовательно, есть возможность проведения биопробы с использованием моллюсков разных видов, с той оговоркой, что подобный метод более применим в целях фундаментальной, нежели прикладной паразитологии.

Важность дифференциальной диагностики в отношении личинок объясняется тем, что половозрелые нематоды семейства Protostrongylidae поражают разные органы, и патогенность их неодинакова. Если мюллерии обладают тропизмом к респираторной системе, то элафостронгилюсы заселяют головной мозг и межмышечную соединительную ткань, хотя во время миграции по организму поражают и лёгкие. При этом патогенность их может оставаться низкой. Парелафостронгилюсы, напротив, для северных оленей могут оказаться чрезвычайно патогенными, т. к. в основном они паразитируют у белохвостых оленей (*Odocoileus virginianus*). Хотя последние и являются эндемиками Северной Америки, в последнее время они индуцированы и на другие континенты и страны, например, завезены в Финляндию.

Немаловажное значение, в связи с этим, приобретают эпизоотические и клинические данные. Например, отсутствие у северных оленей из фермы № 2 нервных явлений, парезов или параличей конечностей свидетельствует о том, что их нервная система не испытывает выраженного патогенного воздействия. А тот факт, что они выпасаются, и то, что они завезены из Мурманской области, где есть популяции диких северных оленей, объясняют источники заражения их и перезаражения.

Кроме того, располагая контрольными образцами, можно получить точный ответ о видовой принадлежности возбудителя, применив секвенирование ДНК [12]. Менее точны, но более просты в практической работе серологические или алергологические методы.

Кроме того, располагая контрольными образцами, можно получить точный ответ о видовой принадлежности возбудителя, применив секвенирование ДНК [12]. Менее точны, но более просты в практической работе серологические или алергологические методы.

Выводы. Таким образом, яйца, обнаруженные в фекалиях оленей из фермы № 1, на основании их морфологии можно отнести к роду *Capillaria*. Личинок первого возраста, обнаруженных в фекалиях северных оленей из фермы № 2, на основании их морфологии можно отнести к семейству Protostrongylidae. Физиологические особенности личинок, эпизоотологические и клинические данные позволяют нам предполагать, что возбудителем является гельминт рода *Elaphostrongylus*. Уточнение же видовой принадлежности нематод при жизни дефинитивного хозяина требует применения средств из области молекулярной биологии, серологии, алергологии и пр. Необходимость такого уточнения обусловлена как практическими интересами (стратегия лечения и профилактики), так и интересами фундаментальной паразитологии. Вопрос морфологической дифференциации нематод семейства Protostrongylidae по их личинкам L1 требует дальнейшего изучения.

Литература

1. Забродин, В. А. Результаты изучения инфекционных и инвазионных заболеваний в таймырской популяции диких северных оленей / В. А. Забродин, К. А. Лайшев, В. П. Печин // сб. Северный олень в России 1982–2002. — М.: Триада-Фарм, 2003. — С. 261–272.
2. Altizer, S. Climate change and infectious diseases: from evidence to a predictive framework / S. Altizer, R. S. Ostfeld, P. T. Johnson et al. // Science. — 2013. — № 341. — pp. 514–519.

3. Brooks, D. R. & E. P. Hoberg How will global climate change affect parasite-host assemblages? / D. R. Brooks, E. P. Hoberg // Trends Parasitol. — 2007. — № 23. — pp. 571–574.
4. Hoberg, E. Pathogens of domestic and free-ranging ungulates: global climate change in temperature to boreal latitudes across North America. Review / E. Hoberg, L. Polley, E. Jenkins et al. // Sci. Tec. — 2008. — № 27. — pp. 511–528.
5. Kutz, S. Global warming is changing the dynamics of Arctic host-parasite systems / S. Kutz, E. P. Hoberg, L. Polley et al. // Proc. R. Soc. — 2005. — № 272. — pp. 2571–2576.
6. Van Hemet, C. Forecasting wildlife response to rapid warming in the Alaskan Arctic / C. Van Hemet, P. L. Flint, M. S. Koch et al. // BioScience. — 2015. — № 65. — pp. 718–728.
7. Vors, L. S. & Boyce, M. S. Global declines of caribou and reindeer / L. S. Vors & M. S. Boyce // Glob. Change Biol. — 2009. — № 15. — pp. 2626–2633.
8. Форейт, У. Ветеринарная паразитология: справочное руководство / Уильям Дж. Форейт. — М.: Аквариум Принт, 2012. — С. 185.
9. Белова, Л. М. Новая универсальная флотационная жидкость для комплексных лабораторных исследований / Л. М. Белова, Н. А. Гаврилова, Д. Н. Пудовкин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. — 2012. — № 4/1. — С. 15–17.
10. Мицкевич, В. Ю. Гельминты северного оленя и вызываемые ими заболевания / Вера Юлиановна Мицкевич. — Л.: Колос, 1967. — 308 с.
11. Поляков, П. А. Прижизненная дифференциальная диагностика стронгилятозов пищеварительного тракта жвачных по инвазионным личинкам: дис. ... канд. вет. наук. Москва, 1953.
12. Perkins, S. Do molecules matter more than morphology? Promises and pitfalls in parasites / S. Perkins, E. Martinsen, B. Falk // Parasitology. — 2011. — № 138. — pp. 1664–1674.
13. Verocai, G. G. *Varestrongylus eleguneniensis* sp. n. (Nematoda: Protostrongylidae): a widespread, multi-host lungworm of wild North American ungulates, with an emended diagnosis for the genus and explorations of biogeography / G. G. Verocai, S. J. Kutz, M. Simard et al. // Parasites and Vectors. — 2014. — № 7. — P. 556.
14. Kafle, P. Morphological and morphometric differentiation of dorsal-spined first stage larvae of lungworms (Nematoda: Protostrongylidae) infecting muskoxen (*Ovibos moschatus*) in the central Canadian Arctic. Int. J. Parasitol. / P. Kafle, M. Lejeune, G. G. Verocai et al. // Parasites and Wildlife. — 2015. — № 4. — pp. 283–290.
15. Kafle, P. Morphological keys to advance the understanding of protostrongylid biodiversity in caribou (*Rangifer* spp.) at high latitudes / P. Kafle, L.-M. Leclerc, M. Anderson et al. // Parasites and Wildlife. — 2017. — № 6. — pp. 331–339.
16. Loginova, O. A. New device for extracting larvae and small nematodes from herbivore's faeces / O. A. Loginova, L. M. Belova & N. A. Gavrilova // Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. — 2017. — № 20. Suppl. — pp. 362–365.

Loginova O. A., Belova L. M., Gavrilova N. A., Kuznetsov Yu. E., Shiryayeva V. A., Petrova M. S.

Life-time differential diagnostics of reindeer helminthiases

Abstract. *The freshly excreted feces of the reindeer introduced into the Leningrad Region from the Murmansk region (2 farms) were studied by the methods of flotation and sedimentation ovooscopy, as well as by methods of larvae- and helminthoscopy at the Department of Parasitology, St. Petersburg State Academy of Veterinary medicine in February 2018. The study of the preparations was carried out using light microscopes MBS-10 (LOMO) and Mikmed-6 (LOMO). To obtain pictures an optical-mechanical adapter and camera 5D Mark II (Canon) were used. The oval eggs were found using modified Darling's method in samples from a farm in the south of the Leningrad Region. Their length was 0.045–0.050 mm and the width was 0.022–0.030 mm. The content of the eggs is granular, the shell is relatively thick, multilayered. Eggs are clearly bipolar-pluggeed. Based on their morphology, eggs can be attributed to the genus *Capillaria*. In samples from a farm in the north of the Leningrad region, Weid's method revealed mobile larvae, the tail ends of which were curved and had spines. The length of the larvae was about 0.350 mm with a width of about 0.015 mm. Based on their morphology, the larvae can be attributed to the family Protostrongylidae. The physiological characteristics of the larvae, epizootic and clinical data suggest that the causative agent is the helminth of the genus *Elaphostrongylus*. Life-time identification of nematodes requires the use of molecular biology, serology, allergology and other tools. The need for such clarification is both of practical activities (the strategy of treatment and prevention) and of fundamental*

parasitology. The question of morphological differentiation of nematodes of the family Protostrongylidae based on their larvae L1 requires further study.

Key words: *Capillaria, Elaphostrongylus, Parelaphostrongylus*, diagnostic parasitology, morphological diagnosis, reindeer, *Rangifer tarandus*.

Authors:

Loginova O. A. — PhD (Vet. Sci.), assistant of the Parasitology Department; e-mail: loginova_spb@bk.ru;

Belova L. M. — Dr. Habil. (Biol. Sci.), Head of the Parasitology Department; e-mail: larissabelova2010@yandex.ru;

Gavrilova N. A. — Dr. Habil. (Vet. Sci.), associate professor of the Parasitology Department; e-mail: nadezhda.gavrilova65@mail.ru;

Kuznetsov Yu. E. — PhD (Vet. Sci.), assistant of the Parasitology Department; e-mail: fish2017@yandex.ru;

Shiryaeva V. A. — PhD (Vet. Sci.), associate professor of the Parasitology Department; e-mail: shirochka07@mail.ru;

Petrova M. S. — PhD (Vet. Sci.), assistant of the Parasitology Department; e-mail: marina_spb@bk.ru.

St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russia, 5 Chernigovskaya, 196084.

References

1. Zabrodin, V. A. The results of the study of infectious and invasive diseases in the Taimyr population of wild reindeer / V. A. Zabrodin, K. A. Laishev, V. P. Pechin // Digest: Reindeer in Russia 1982–2002. — M.: Triada-Farm, 2003. — pp. 261–272.
2. Altizer, S. Climate change and infectious diseases: from evidence to a predictive framework / S. Altizer, R. S. Ostfeld, P. T. Johnson et al. // Science. — 2013. — № 341. — pp. 514–519.
3. Brooks, D. R. & E. P. Hoberg How will global climate change affect parasite-host assemblages? / D. R. Brooks, E. P. Hoberg // Trends Parasitol. — 2007. — № 23. — pp. 571–574.
4. Hoberg, E. Pathogens of domestic and free-ranging ungulates: global climate change in temperature to boreal latitudes across North America. Review / E. Hoberg, L. Polley, E. Jenkins et al. // Sci. Tec. — 2008. — № 27. — pp. 511–528.
5. Kutz, S. Global warming is changing the dynamics of Arctic host-parasite systems / S. Kutz, E. P. Hoberg, L. Polley et al. // Proc. R. Soc. — 2005. — № 272. — pp. 2571–2576.
6. Van Hemet, C. Forecasting wildlife response to rapid warming in the Alaskan Arctic / C. Van Hemet, P. L. Flint, M. S. Koch et al. // BioScience. — 2015. — № 65. — pp. 718–728.
7. Vors, L. S. & Boyce, M. S. Global declines of caribou and reindeer / L. S. Vors & M. S. Boyce // Glob. Change Biol. — 2009. — № 15. — pp. 2626–2633.
8. Foreyt, W. Veterinary Parasitology: Reference Manual / William J. Foreyt. — M.: Aquarium Print, 2012. — pp. 185.
9. Belova, L. M. New multipurposal flotation liquid for complex laboratory studies / L. M. Belova, N. A. Gavrilova, D. N. Pudovkin // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. — 2012. — № 4/1. — pp. 15 – 17.
10. Mizkewitsch, V. Yu. Helminthes and helminthiasis of reindeer / V. Yu. Mizkewitsch. — L.: Kolos, 1967. — 308 pp.
11. Polyakov, P. A. Life-time differential diagnostics of strongylatosis of digestive tract of ruminants based on invasive larvae: dis. ... cand. vet. sci. Moscow, 1953.
12. Perkins, S. Do molecules matter more than morphology? Promises and pitfalls in parasites / S. Perkins, E. Martinsen, B. Falk // Parasitology. — 2011. — № 138. — pp. 1664–1674.
13. Verocai, G. G. *Varestrongylus elegunensis* sp. n. (Nematoda: Protostrongylidae): a widespread, multi-host lungworm of wild North American ungulates, with an emended diagnosis for the genus and explorations of biogeography / G. G. Verocai, S. J. Kutz, M. Simard et al. // Parasites and Vectors. — 2014. — № 7. — P. 556.
14. Kafle, P. Morphological and morphometric differentiation of dorsal-spined first stage larvae of lungworms (Nematoda: Protostrongylidae) infecting muskoxen (*Ovibos moschatus*) in the central Canadian Arctic. Int. J. Parasitol. / P. Kafle, M. Lejeune, G. G. Verocai et al. // Parasites and Wildlife. — 2015. — № 4. — pp. 283–290.
15. Kafle, P. Morphological keys to advance the understanding of protostrongylid biodiversity in caribou (*Rangifer* spp.) at high latitudes / P. Kafle, L.-M. Leclerc, M. Anderson et al. // Parasites and Wildlife. — 2017. — № 6. — pp. 331–339.
16. Loginova, O. A. New device for extracting larvae and small nematodes from herbivore's faeces / O. A. Loginova, L. M. Belova & N. A. Gavrilova // Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. — 2017. — № 20. Suppl. — pp. 362–365.