

ПЕРВОЕ СООБЩЕНИЕ ОБ *ELAPHOSTRONGYLUS RANGIFERI* (ИНВАЗИВНОМ ВИДЕ ПАРАЗИТОВ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ) В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2022 Логинова О.А.^{а, *}, Белова Л.М.^{б, **}, Спиридонов С.Э.^{а, ***}

^а ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук»
(ИПЭЭ РАН), Москва 119071, Россия

^б ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»
(СПбГУВМ), Санкт-Петербург 196084, Россия

*loginova_spb@bk.ru; **larissabelova2010@yandex.ru; ***s_e_spiridonov@rambler.ru

Поступила в редакцию 20.05.2021. После доработки 17.11.2021. Принята к публикации 31.01.2022

Elaphostrongylus rangiferi – паразитическая нематода, специфичная для северных оленей (*Rangifer tarandus*). В XX в. эти олени не встречались в Ленинградской области. Однако к 2020 г. из Мурманской области и Ямало-Ненецкого автономного округа их завезли в количестве нескольких десятков и расселили, как минимум, по семи частным зверинцам. В результате исследования фекалий 34 завезённых северных оленей, проведённого в 2018–2021 гг. были выделены личинки нематод, чьи морфологические, морфометрические, физиологические и биологические признаки соответствовали таковым *E. rangiferi*. Видовое определение было подтверждено последующим анализом нуклеотидных последовательностей. Обнаружение личинок паразита в фекалиях северных оленей второго поколения (2018–2020 гг. рождения) свидетельствует об успешной реализации полного жизненного цикла гельминта, который требует участия промежуточных хозяев – сухопутных или пресноводных брюхоногих моллюсков. Совокупность таких обстоятельств как: 1) появление в Ленинградской области северных оленей, инвазированных *E. rangiferi*; 2) присутствие в Ленинградской области диких, сельскохозяйственных и зоопарковых жвачных, способных стать дефинитивными хозяевами элафостронгилюса; 3) распространение личинок паразита в результате свободного выгула северных оленей в лесу, их аренды и перепродажи, коммерческой реализации необеззараженного навоза; 4) способность личинок около двух лет сохранять жизнеспособность в фекалиях и заражённых моллюсках, выдерживая замораживание и высушивание; 5) высокая летальность паразитирования для неспецифичных хозяев вследствие паразитарного энцефаломиелита, пневмонии и пр.; 6) отсутствие способов лечения больных животных – ставит под угрозу териофауну Ленинградской области.

Ключевые слова: зоопаразитическая нематода; *Elaphostrongylus rangiferi*; северный олень; Ленинградская область.

DOI: 10.35885/1996-1499-15-1-91-106

Введение

Elaphostrongylus rangiferi Mitskevich, 1958 (Nematoda, Protostrongylidae) – это паразитический червь. Первичной средой обитания для него является организм северного оленя (*Rangifer tarandus* Linnaeus 1758), где он достигает 2.5–5 см в длину во взрослом состоянии, населяя центральную нервную систему и межмышечную соединительную ткань [Мицкевич, 1967]. Вторичная среда – весь ареал северных оленей (диких популяций и одомашненных стад), где его спорадически регистрируют. Это и территория Евразии, для которой паразит характерен [Прядко, 1976; Nikander, Rahko, 1990; Gibbons et al., 1991;

Josefsen et al., 2007; Лещёв, 2008; Григорьев, 2015; Deksne et al., 2020], и частично – Северная Америка, куда он попал в 1908 году из Норвегии вместе с хозяевами [Lankester, Fong, 1998; Ball et al., 2001; Reindeer..., 2019].

Северные олени исконно были объектами охотничьего промысла, а позднее – и сельскохозяйственной деятельности. Однако за минувшее десятилетие они обрели в России большую популярность в качестве питомцев в частных зверинцах. Теперь эти животные представляют ценность уже не как источник пант (неокостеневших рогов), мяса, тягловой силы и прочего, а как символ уникальной арктической природы, этноса коренных

малочисленных народов Севера, а также – западноевропейских и североамериканских рождественских традиций, связанных с персонажем Санта-Клауса. Оленей стали активно закупать и увозить в населённые пункты, расположенные вдали от мест их традиционного обитания для последующего коммерческого использования в программах интерактивных экскурсий, катания на санях, показательного кормления, участия в рекламных фото- и видеосъёмках, музыкальных клипах и кинофильмах, частных фото сессиях, различных телепрограммах и т. п.

Так, на протяжении XX и в начале XXI в. на совокупной территории нынешнего Санкт-Петербурга и Ленинградской обл. северных оленей можно было встретить только в Ленинградском зоопарке. Однако уже к 2020 г. количество мест содержания этих животных на упомянутой территории увеличилось до 12, вероятно, продолжает расти (рис. 1). Владельцы именуют их по-разному: зоо- и

этнопарки, фермы, заповедники, центры спасения и реабилитации и пр., но для удобства читателя далее по тексту мы будем называть такие места зверинцами. Их особенностями являются: 1) негосударственная форма собственности; 2) небольшое число содержащихся оленей (1–5 особей); 3) наличие животных других видов; 4) разнообразие форм содержания животных (от изолированных вольеров до вольного выгула); 5) расположение в автомобильной доступности от Санкт-Петербурга.

При этом, по данным учётов численности диких и домашних северных оленей за 1980-е гг., граница их ареала на северо-западе европейской части России до Ленинградской обл. никогда не доходила [Данилкин, 1999, 2009]. То есть, интродуцированные северные олени – это новые для Ленинградской обл. животные. Между тем, в области есть другие жвачные, которые потенциально могут стать дефинитивными хозяевами для нематод

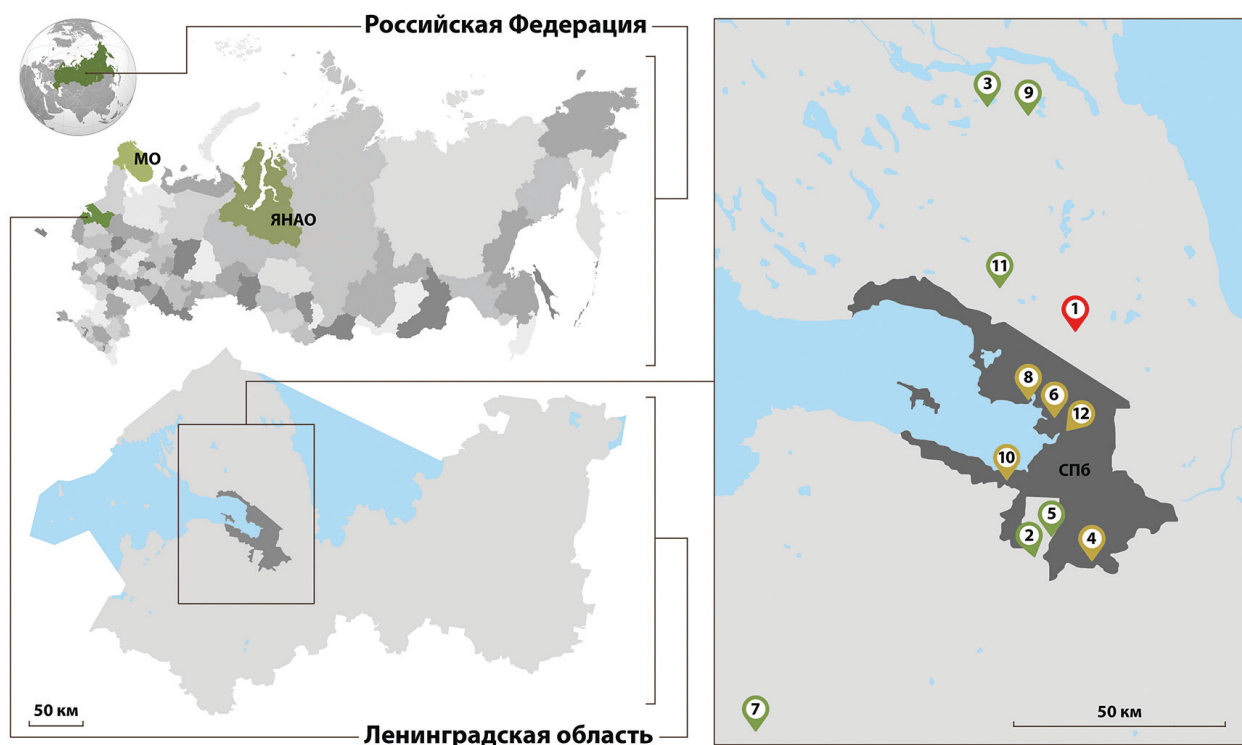


Рис. 1. Места содержания северных оленей на совокупной территории Санкт-Петербурга и Ленинградской обл.; 1–11 – частные зверинцы; 12 – государственный «Ленинградский зоопарк» (оливковым цветом обозначены зверинцы, расположенные на территории Санкт-Петербурга, зелёным – на территории Ленинградской обл., красным – первый зверинец, в котором были обнаружены личинки *E. rangiferi*, сведения о выделенных нуклеотидных последовательностях которых были впоследствии депонированы в GenBank); СПб – Санкт-Петербург; МО и ЯНАО – Мурманская обл. и Ямало-Ненецкий автономный округ, соответственно, – субъекты РФ, из которых северных оленей завозили в Санкт-Петербург и Ленинградскую обл. (оригинал).

Таблица 1. Жвачные животные Ленинградской области

Дикие плотнорогие (Cervidae)	Сельскохозяйственные полорогие (Bovidae)	Жвачные в зверинцах*
Лось европейский (<i>Alces alces</i>) ¹	Бык домашний (<i>Bos taurus</i>)	Олень благородный (<i>Cervus elaphus</i>)
Косуля европейская (<i>Capreolus capreolus</i>) ¹	Коза домашняя (<i>Capra hircus</i>)	Лань (<i>Dama dama</i>)
Олень пятнистый (<i>Cervus nippon</i>) ²	Овца домашняя (<i>Ovis aries</i>)	Як (тибетский бык) (<i>Bos mutus</i>)
Олень белохвостый (<i>Odocoileus virginianus</i>) ³		Зубр европейский (<i>Bison bonasus</i>)

¹ аборигенные популяции; ² преднамеренно интродуцированная в XX в. популяция, в 1990-е гг. насчитывала единичные особи; ³ вид-вселенец, проникший на Карельский перешеек из Финляндии; по [Млекопитающие..., 2019], [Павлинов, 2019] и результатам собственных наблюдений; * указаны животные, содержащиеся в зверинцах, помимо тех, что перечислены в двух первых столбцах, и не считая представителей семейств оленьковых, вилороговых, жирафовых и кабарговых.

E. rangiferi, пассивно интродуцированных вместе с северными оленями (табл. 1).

Например, уже доказана возможность экспериментальной и спонтанной передачи *E. rangiferi* козам (*Capra hircus*), овцам

(*Ovis aries*), лосям (*Alces alces*) и овцебыкам (*Ovibos moschatus*) [Handeland, Skorping, 1992; Handeland et al., 1993; Reindeer..., 2019]. Опасность этой передачи заключается в том, что элафостронгилюсы и среди северных оленей

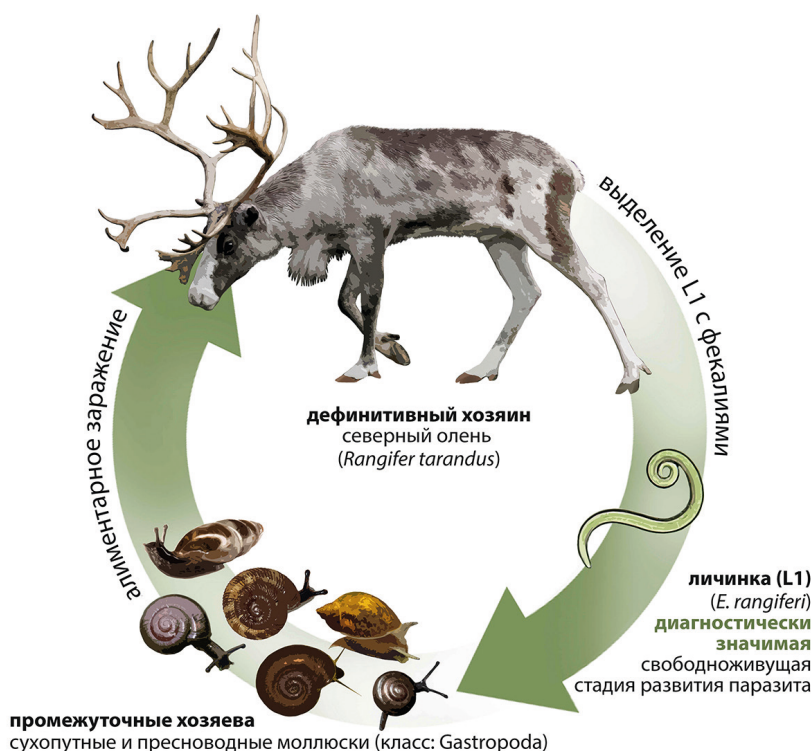


Рис. 2. Жизненный цикл нематоды *E. rangiferi*: из организма дефинитивного хозяина (северного оленя) с фекалиями выделяются личинки первого возраста (L1), которые инвазируют сухопутных и пресноводных брюхоногих моллюсков, развиваясь в них до третьей стадии; заражение оленя происходит алиментарным путём, когда при пастьбе животные заглатывают инвазированных гастропод; из желудочно-кишечного тракта личинки мигрируют с кровью/лимфой, достигая мест окончательного паразитирования (центральная нервная система, межмышечная соединительная ткань) и после двух линек превращаются в самцов и самок, которые после копуляции продуцируют яйца; вышедшие из яиц L1 гематогенно достигают дыхательной системы, поднимаются по воздухоносным путям, откашливаются и проглатываются хозяином, после чего выделяются в окружающую среду, пройдя транзитом желудочно-кишечный тракт; (оригинал).

Таблица 2. Брюхоногие моллюски – промежуточные хозяева *E. rangiferi*

Сухопутные улитки	Пресноводные улитки	Слизни
Улитка мохнатая* (<i>Trochulus hispidus</i> , бывш. <i>Trichida hispida</i>) ^{1,2}	Прудовик балтийский (<i>Radix balthica</i> , бывш. <i>Radix palustris</i>) ¹	Слизень лесной (<i>Arion silvaticus</i>) ²
Ценобиелла бурая (<i>Zenobiella rubiginosa</i>) ¹	Прудовик вытянутый (<i>Radix peregra</i>) ¹	Слизень болотный (<i>Deroceras laeve</i>) ²
Янтарка обыкновенная* (<i>Succinea putris</i>) ¹	Прудовик болотный (<i>Stagnicola palustris</i> , бывш. <i>Galba palustris</i>) ¹	Слизень сетчатый* (<i>Deroceras reticulatum</i>) ²
Улитка кустарниковая* (<i>Bradybaena fruticum</i> , бывш. <i>Eulota fruticum</i>) ¹	Прудовик малый (<i>Galba truncatula</i>) ¹	Слизень дорожный рыжий/буроватый* (<i>Arion subfuscus</i>) ²
Эуконолус жёлтый (<i>Euconulus fulvus</i>) ^{1,2,3}	Катушка роговая* (<i>Planorbarius corneus</i> , бывш. <i>Coretus corneus</i>) ¹	Слизняк садовый/ слизень маленький полосатый/ слизень чёрный полевой (<i>Arion hortensis</i>) ²
Зонитоидес лоснящийся (<i>Zonitoides nitidus</i>) ¹		
Улитка дисковая обыкновенная (<i>Discus rudieratus</i>) ^{1,2}		
Колхикола скользкая (<i>Cochlicopa lubrica</i>) ^{1,2}		
Янтарка Пфайфера (<i>Succinia pfeiferi</i>) ²		
Улитка двузубая дверная (<i>Clausilia bidentata</i>) ²		
Арианта древесная* (<i>Arianta arbustorum</i>) ^{2,3,4}		
Витрина прозрачная (<i>Vitrina pellucida</i>) ²		
Несовитрея (<i>Nesovitrea</i> spp.) ²		
Завиток европейский (<i>Vertigo lilljeborgi</i>) ²		
Улитка точечная (<i>Punctum pugnatum</i>) ²		

¹ [Мицкевич, 1967]; ² [Davidson et al., 2020]; ³ [Halvorsen et al., 1980; Josefsen, Handeland, 2014]; ⁴ [Skorping, 1982, 1988; Schjetlein, Skorping, 1995]. Жирным шрифтом указаны гастроподы, наиболее пригодные для развития личинок элафостронгилюсов, по мнению вышеуказанных авторов. * виды, обитающие на территории Ленинградской обл. (по данным проекта «Моллюски Ленинградской области», стартовавшего в 2019 г. [iNaturalist..., 2021]).

(своих типичных хозяев) нередко вызывают вспышки болезни, оканчивающиеся летально [Ronéus, Nordkvist, 1962; Handeland, Slettbakk, 1994], а при заражении факультативных хозяев протостронгилидами риск смертельного исхода значительно возрастает в результате повреждения центральной нервной системы [Anderson, 1972; Форейт, 2012]. Ситуация усугубляется отсутствием способа избавиться хозяина от этого паразита, что обусловлено труднодоступной локализацией последнего.

Важно отметить, что элафостронгилюс – это биогельминт, для которого характерен гетероксенный цикл развития с участием сухопутных и пресноводных брюхоногих моллюсков в качестве промежуточных хозяев (рис. 2, табл. 2) [Мицкевич, 1967; Halvorsen et al., 1980; Skorping, 1982, 1988; Schjetlein, Skorping, 1995; Josefsen, Handeland, 2014; Davidson et al., 2020]. Таким образом, источником элафостронгилёза являются заражённые северные олени, рассеивающие инвази-

онное начало (личинок длиной около 0.3 мм) с фекалиями, а способом заражения жвачных становится поедание брюхоногих моллюсков, инвазированных личинками *E. rangiferi*.

Целью работы было обследование северных оленей в Ленинградской обл. на предмет заражённости *E. rangiferi* и проверка реализации полного жизненного цикла паразита на этой территории.

Материал и методика

Исследование выполнено в период с 2018 по 2021 г. Материал – фекалии северных оленей в частных зверинцах Ленинградской обл., названия которых не приводятся из соображений конфиденциальности (рис. 1). Сбор материала производили на месте, дожидаясь дефекации каждой конкретной особи: фекалии сразу же поднимали с земли / снега / дощатого пола (в зависимости от сезона и условий содержания северных оленей) и помещали в индивидуальные пластиковые контейнеры.

Из семи существующих в Ленинградской обл. зверинцев (№ 1, 2, 3, 5, 7, 9 и 11), нам не удалось собрать материал только в двух (№ 5 и 7). В общей сложности, обследовали 34 особи. В зверинце № 1 на протяжении февраля 2018 – февраля 2021 пробы собирали от всех северных оленей не реже, чем раз в сезон (количество одновременно содержащихся животных варьировало от 6 до 12, что обусловлено падежом, отёлами, покупкой и продажей оленей), всего отобрано 116 проб и обследовано 20 животных. В зверинец № 2 в летний сезон частично перевозили животных из зверинца № 1 (северных оленей и лошадей). Переселение туда всех оленей на лето практиковали в годы, предшествующие исследованию, позднее перемещали преимущественно лошадей. Непосредственно за период проведения исследования (2018–2021) в зверинец № 2 на лето перевезли только одну инвазированную важенку (в 2020 г.), пробы от которой были взяты в зверинце № 1. В том же году другую инвазированную самку северного оленя (которая была неоднократно обследована в зверинце № 1) увезли в зверинец № 3. То есть, формально, в зверинцах № 2 и 3 пробы не брали, но фактически в отношении

содержащихся там животных статус заражённости элафостронгилюсами известен. В зверинце № 9 пробы отбирались трижды, всего отобрано 26 образцов от 12 животных (единовременное число которых за годы исследования также варьировало); в зверинце № 11 содержатся два оленя, которые были обследованы дважды, то есть, взято 4 пробы (табл. 3). Выделение личинок *E. rangiferi* из фекалий северных оленей мы проводили в Проблемной научно-исследовательской лаборатории по изучению паразитарных болезней на базе Кафедры паразитологии им. В.Л. Якимова, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины». Лярвоскопию осуществляли методами Вайда и Шильникова – Щербовича (упрощённый метод Бермана – Орлова) [Акбаев и др., 1998]. Снимки выделенных личинок получали при помощи полнокадровой цифровой фотокамеры 5D Mark II (Canon, Япония), подключённой к световому микроскопу Микмед 6 (ЛОМО, Россия) оптико-механическим видеоадаптером (ЛОМО, Россия). Микроскопию личинок выполняли методом светлого поля при увеличениях: 40; 100; 200; 400 и 1000 (последнее – с иммерсией синтетическим маслом для детального изучения морфологии каудального и дорсального шипиков). Морфометрию личинок проводили по полученным снимкам при помощи программы Fgi/ImageJ (National Institutes of Health, США) с предварительной калибровкой по сертифицированному (№ 18-17465) объект-микрометру проходящего света (ОМП) (ЛОМО, Россия). Идентификацию личинок осуществляли на основании биологических (вид окончательного хозяина), физиологических (способность выдерживать замораживание), морфологических (типичное положение личинки в покое, наличие каудального и дорсального шипиков) и морфометрических (средняя длина порядка 0.340 мм) признаков [Мицкевич, 1967].

Чтобы подтвердить видовое определение, мы получили несколько нуклеотидных последовательностей изучаемых нематод. Для этого в каплю (5 мкл) на внутренней стороне пробирки Эппендорфа ёмкостью 0.5 мл переносили по 5 личинок. ДНК выделяли методом

Таблица 3

№ объекта содержания северных оленей		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Субъект РФ		ЛО	ЛО	ЛО	СПб	ЛО	СПб	ЛО	СПб	ЛО	СПб	ЛО	СПб	
Происхождение животных		МО	ЛО	ЛО	МО (не все)	МО	-	-	-	ЯНАО (не все)	ЯНАО	ЯНАО	-	
Возможность выгула в лесу/лесопарке		да	да	да	да	-	нет	-	нет	да	нет	да	нет	
Отбор проб фекалий	2018	зима	UM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			AV											
			HO											
			MI											
SI														
TY														
весна		UM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		AV												
		HO												
		MI												
		SI												
		TY												
лето	UM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	AV													
	HO													
	MI													
	SI													
	TY													
осень	UM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	AV													
	HO													
	MI													
	SI													
	TY													
2019	зима	UM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		AV												
		HO												
		MI												
		SI												
		TY												
		DY ²												
		DM ²												
		YA ²												
		BU												
		SE												
		AL												

не существовали

Итого по Ленинградской области		весна	UM							GE	-		
			AV										
2020		лето	HO							KA	-		
			MI										
2020		осень	TY							LY	-		
			DY ²										
2020		зима	DM ²								перехали в ЛО		
			YA ²										
2020		весна	HL ²								перехали в ЛО		
			MU										
2020		лето	UM							GE	-		
			MI										
2020		осень	LH							KA	-		
			PO										
2020		лето	AV	(YA ²)	(DY ²)					JO	-		
			HL ²										
2020		осень	HA ²							KN	-		
			TP ²										
2020		весна	YA ²							BE	-		
			DY ²										
2020		лето	UM								-		
			MI										
2020		осень	LH								-		

		PO												
		AV												
		HL ²												
		HA ²												
		TP ²												
		YA ²												
	2021	зима	UM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			MI											
			LH											
			PO											
			HA ²											
			TP ²											
			YA ²											
Всего проб		116	3	-	-	-	-	26	4	-	146			
Всего обследовано оленей		20	3	-	-	-	-	12	2	-	34			

XX – идентификатор оленя.

XX² – животные второго поколения.

XX – животные, у которых обнаружены личинки *E. rangiferi*.

переваривания протеиназой К в присутствии меркаптоэтанола [Holterman et al., 2006]. Для анализа частичной последовательности большой субъединицы рибосомы были использованы праймеры LSU391 (5'-AGC GGA GGA AAA GAA ACT AA-3') и LSU501 (5'-TCG GAA GGA ACC AGC TA'C TA-3'), позволяющие амплифицировать фрагмент длиной около 1100 пар нуклеотидов (п. н.) сегмента D2-D3 LSU rDNA [Nadler et al., 2000]. Протокол ПЦР: первичная денатурация при 95 °С – 4 минуты, после чего 35 циклов 94 °С – 30 секунд, 54 °С – 35 секунд и 72 °С – 70 секунд. После прохождения 35 циклов – постамплификация при 72 °С – 5 минут. Для амплификации частичной последовательности транскрибируемых спейсеров рибосомальных повторов (ITS rDNA) использовали праймеры 18S (5'-TTG ATT AGG TCC CTG CCC TTT-3') и 26S (5'-TTT CAC TCG CCG TTA СТА AGG-3') [Vrain et al., 1992]. Протокол ПЦР: первичная денатурация при 94 °С – 5 минут, после чего 35 циклов 94 °С – 30 секунд, 55 °С – 60 секунд и 72 °С – 60 секунд. После прохождения 35 циклов – постамплификация при 72 °С – 5 минут. Частичную последовательность митохондриального гена цитохромоксидазы (*CoxI* mtDNA) амплифицировали при помощи праймеров COI_F1 (5'-CCT ACT

ATG ATT GGT GGT TTT GGT AAT TG-3') и COI_R2 (5'-GTA GCA GAC GTA AAA ТАА GCA CG-3'). Протокол ПЦР: первичная денатурация при 95 °С – 5 минут, после чего 35 циклов 95 °С – 45 секунд, 52 °С – 50 секунд и 72 °С – 60 секунд. После прохождения 35 циклов – постамплификация при 72 °С – 5 минут [Kanzaki, Futai, 2002].

Визуализацию результатов ПЦР проводили в 1%-м агарозном геле. Очистку ПЦР продуктов проводили электрофорезом в 0.8%-м агарозном геле. «Полоски» с ПЦР продуктом необходимой длины вырезали на трансиллюминаторе одноразовыми пластиковыми ножками. Выделение ДНК из геля проводили с помощью набора Cleanup Standard (Евроген, Россия) по инструкции изготовителя. Количество ДНК измеряли с помощью спектрофотометра Nanodrop 2000 (Thermo Scientific, США). Прямое секвенирование нуклеотидных последовательностей проводили в ЦКП «Генотех». Для каждого из изученных локусов ПЦР продукт получали от двух проб от разных хозяев. Выделенные последовательности использовали при совпадении результатов секвенирования этих двух проб. Поиск сходных последовательностей проводили в GenBank NCBI в алгоритме BLAST [Altschul et al., 1990].

Происхождение северных оленей устанавливали путём опроса владельцев и по данным, опубликованным на сайтах зверинцев, где содержатся эти животные.

Трекирование северных оленей осуществляли при помощи устройства отслеживания Real-time GPS Tracker TRATR1 (Tractive GmbH, Австрия), разрешённого ФСБ для использования в России (RU0000019066) с возможностью мониторинга через персональный компьютер (сервис Tractive.com [2021]) и смартфон (приложение TractiveGPS), [Логинава, Белова, 2020].

Результаты

Из опроса владельцев зверинцев, а также путём анализа данных соответствующих веб-сайтов авторами было установлено, что в зверинцы № 1 и 5 животных первого поколения завезли из Мурманской обл., в зверинцы № 9 и 11 – из Ямало-Ненецкого автономного округа (в зверинец № 9 – частично, происхождение более взрослых оленей установить не удалось; зверинец № 11 – это сменивший в 2019 г. локацию зверинец № 10). Происхождение северных оленей из зверинца № 7 не установлено, гельминтологическое исследование там провести не удалось, так же, как и в зверинце № 5.

Элафостронгилёз регистрировали как в Мурманской обл., так и в Ямало-Ненецком автономном округе [Мицкевич, 1967; Лещёв,

2008]. Однако нам удалось выделить личинок *E. rangiferi* только у животных, завезённых из Мурманской обл. (зверинец № 1). Ваучерные образцы переданы на хранение в Музей гельминтологических коллекций Центра Паразитологии ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук» (Москва), а выделенные нуклеотидные последовательности депонированы в GenBank NCBI (табл. 4).

BLAST-поиск последовательностей паразитических нематод, сходных с теми, что мы получили, показал, что обнаруженные нами нематоды относятся к роду *Elaphostrongylus*. Так, полученная нами последовательность большой субъединицы рибосомы (LSU или 28S rDNA) длиной в 780 п. н. оказалась на 99.62% идентичной последовательности этого участка рибосомальных повторов нематод вида *E. rangiferi* (EU595596).

Полученная последовательность ITS-участка (660 п. н.) нематод из Ленинградской обл. на 100% совпала с депонированной для *E. rangiferi* последовательностью ITS1 (FM991902). Хотя для вида *E. rangiferi* в GenBank NCBI имеются пять последовательностей ITS-участка, данная последовательность – единственная, содержащая ITS1 rDNA, тогда как остальные четыре представляют фрагмент 5.8S+ ITS2. Отметим также, что полученная нами последовательность полностью совпадает с депонированной для

Таблица 4. Сведения о депонированных элафостронгилюсах

Объекты	Место сбора	Дата сбора	Источник	Животное	№ ваучерного образца	GenBank	
						Номер депонирования в NCBI GenBank	Продукт
Личинки 1-го возраста (L1) <i>Elaphostrongylus rangiferi</i>	Ленинградская обл.: 60.142183 с. ш., 30.328020 в. д.	20 января 2021 г.	Фекалии северных оленей (<i>Rangifer tarandus</i>)	♀ 2010 года рождения	14281	MW843794	Субъединица I цитохром с-оксидазы (COX1)
				♂ 2011 года рождения	14282	MW830295	Последовательность большой субъединицы рибосомы (LSU рРНК)
					14282	MW848820	Частичная спейсерная последовательность рибосомальных повторов (ITS1+5.8S)

другого вида этого рода – *E. cervi* ITS-последовательностью длиной 300 п. н.

Ранее для нематод рода *Elaphostrongylus* не были депонированы последовательности митохондриального гена цитохромоксидазы I (CoxI mtDNA). Нами эта последовательность (длиной 1027 п. н.) была получена и депонирована с расчётом на дальнейшую возможность сравнения популяций этого вида внутри Российской Федерации по данному изменчивому локусу.

В фекалиях северных оленей второго поколения, рождённых в зверинце № 1 в 2018–

2020 гг., также были обнаружены личинки элафостронгилюсов.

Кроме того, было установлено, что инвазированная *E. rangiferi* самка северного оленя второго поколения в 2020 г. была перевезена в зверинец № 3, а зверинец № 2 является летней базой для животных зверинца № 1. На начало февраля 2021 г. в зверинце № 1 содержали семь оленей, у шести из которых мы обнаружили личинок элафостронгилюсов (экстенсивность инвазии 86%). Помимо этого, на протяжении нескольких лет владельцы практиковали перепродажу животных, в частности, в зверинец №



Рис. 3. Маршруты перемещения северных оленей из зверинца № 1: А–Г – данные за разные дни; отслеживание велось с полуночи до времени, указанного в правом нижнем углу каждого фрагмента; (оригинал).

4 (расположенный на территории Санкт-Петербурга). Учитывая, что владельцы осуществляли вышеуказанные перемещения северных оленей с уже подтверждённым паразитированием *E. rangiferi*, а также, что медикаментозное лечение при элафостронгилезе не эффективно, самопроизвольного излечения не наступает, а продолжительность жизни гелминта измеряется годами [Мицкевич, 1967; Reindeer..., 2019], можно утверждать, что из семи зверинцев с северными оленями, существующих на территории Ленинградской обл. (№ 1, 2, 3, 5, 7, 9 и 11) в трёх диагностирован элафостронгилёз (№ 1, 2, 3). В зверинцах № 5 и 7 копроскопическое исследование провести не удалось. В зверинцах № 9 и 11 нематода *E. rangiferi* не обнаружена.

Трекирование северных оленей из зверинца № 1 (где практикуется вольный выгул на близлежащей территории, включая лесной массив) позволило установить, что животные ежедневно удаляются от места содержания на 1.5–3 км, проходя при этом по 11–13 км [Логинова, Белова, 2020] (рис. 3).

Зверинец № 1 окружён лесом, куда северные олени регулярно наведываются: ради зелёного, веточного корма и грибов, в поисках прохлады летом, и сопровождая посетителей в экскурсионные дни. Ежесуточный (включая ночные часы) многокилометровый моцион – это важный аспект естественного поведения этих животных [Данилкин, 2009; Reindeer..., 2019]. С точки зрения благополучия оленей (т. н. animal welfare) подобный тип содержания можно оценить как наиболее благоприятный из имеющихся. Однако во время таких прогулок животные активно рассеивают инвазионное начало (фекалии с личинками) в радиусе до 3 км от места содержания.

В 2019 г. произошёл инцидент, связанный с нападением стаи собак на группу оленей, в результате которого одна особь (также инвазированная элафостронгилюсами) отбилась от стада и блуждала по лесу в течение месяца, пока её не обнаружили в соседней деревне.

Продажа, аренда для различных мероприятий, перевозка в другие зверинцы инвазированных оленей тоже способствует рассеиванию личинок *E. rangiferi*.

Отдельного внимания заслуживает утилизация навоза от таких животных. Насколько нам известно, собранные фекалии не только не подвергаются обеззараживанию (например, биотермически), но и реализуются на коммерческой основе в качестве удобрений. Между тем, личинки, находящиеся в фекалиях, сохраняют жизнеспособность около 2 лет, выдерживая замораживание и высушивание [Мицкевич, 1967].

Обсуждение

Полученные нуклеотидные данные подтвердили определение личинок *Elaphostrongylus*, основывающееся на морфологических данных. В пользу этого говорит 99.62%-я идентичность полученной нами последовательности большой субъединицы рибосомы (D2-D3 LSU rDNA) с *E. rangiferi* из Канады. 100%-е совпадение более изменчивого, чем LSU rDNA участка транскрибируемых спейсеров (ITS1+5.8S) от личинок *Elaphostrongylus* из Ленинградской обл. с депонированной последовательностью ITS1 rDNA *E. rangiferi* (FM991901) также подтверждает видовое определение.

Таким образом, на начало апреля 2021 г. на территории Ленинградской обл. существуют семь частных зверинцев, где содержатся северные олени (№ 1, 2, 3, 5, 7, 9 и 11 на рис. 1), и, как минимум, в трёх из них достоверно находятся животные, инвазированные *E. rangiferi* (№ 1–3).

Из лесной териофауны в уязвимом положении, в данном случае, оказываются лоси. Об их присутствии на территории, прилегающей к зверинцу № 1, свидетельствуют фекалии, обнаруживаемые в непосредственной близости от зверинца. Создаются предпосылки для парадоксальной ситуации, когда паразитарная система «северный олень – элафостронгилюс» может защищать искусственно созданный биоценоз (с ядром из северных оленей) от вторжения конкурирующих видов (лосей) посредством относительной безвредности *E. rangiferi* для северного оленя и фатальности – для лося. Аналогичные случаи «охранной функции» паразитарной системы описаны в Северной Америке на

примере устойчивой системы «белохвостый олень – парелафостронгилюс», препятствующей проникновению на её территорию лосей, северных и других оленей [Anderson, 1972; Балашов, 1991]. Экспериментальное и спонтанное заражение лосей несвойственной для них нематодой *E. rangiferi* описано ещё в минувшем веке [Steen et al., 1997; Lankester, Fong, 1998].

Патогенность элафостронгилюса для самих северных оленей имеет двойственный характер. С одной стороны, типичный элафостронгилёз протекает бессимптомно [Reindeer..., 2019] (и результаты наших трёхлетних наблюдений это подтверждают), с другой – экспериментальный элафостронгилёз характеризуется тяжёлым энцефаломиелитом, мультифокальной пневмонией и другими поражениями, не совместимыми с жизнью, а вспышки этой болезни в стадах нередко становились причиной массовой гибели молодняка [Мицкевич, 1967; Handeland, Norberg, 1992; Handeland, 1994; Handeland et al., 1994]. Вероятнее всего, эта патогенность определяется регуляторной функцией паразитов в отношении численности своих хозяев, что особенно наглядно проявляется в диких популяциях [Балашов, 1991; Забродин и др., 2003].

В настоящий момент неизвестно, реализуется ли угроза инвазирования каких бы то ни было жвачных в Ленинградской обл. нематодами *E. rangiferi*, и если да, то какова частота реализации этой инвазии. В контексте «предрасполагающих» и «определяющих» факторов мы можем говорить о том, что анатомически организмы плотно- и полорогих – вполне подходящая среда для развития элафостронгилюса, а сложившаяся ситуация с ввозом северных оленей обеспечила появление биоценологических и алиментарных связей [Боев, 1957].

Возникает вопрос, каким образом удалось приобрести инвазированных оленей, если животные перед покупкой должны быть обследованы представителями государственной ветеринарной службы. Предположим, что ответ кроется в протоколе исследования. Для поиска личинок нематод в фекалиях разработаны копролярвоскопические методы (Бер-

мана – Орлова, Шильникова – Щербовича, Вайда, Бояхчян, Харада – Мори, Супряги и др.), [Акбаев и др., 1998; Генис, 2019], а если исследователь нацелен на выявление всего возможного спектра гельминтов, то «золотым стандартом» считается параллельное исследование фекалий лярвоскопическими, флотационными и седиментационными методами [Поляков, 1953; Боев, 1957]. Владельцы зверинцев выкупали оленей из товарных оленеводческих хозяйств (ориентированных на производство мяса, шкур, рогов, пант и пр.), поэтому местные станции по борьбе с болезнями животных проверяли их только рутинными флотационными копроскопическими методами в соответствии с общепринятой практикой работы. Эти методы нацелены на выявление яиц гельминтов с небольшим удельным весом и ооцист кокцидий. Хотя наши собственные наблюдения позволяют утверждать, что в ряде случаев элафостронгилюсов можно обнаружить и флотацией. Несмотря на то, что личинки существенно деформируются во флотационных растворах, и не всегда возможно разглядеть дорсальный и каудальный шипики у них на хвосте (типичные признаки рода), характер деформации передней части личинки остаётся типичным [Чупрак и др., 2020].

Что касается профилактики элафостронгилёза, то необходимо регулярно обследовать восприимчивых животных, изолировать инвазированных и обеззараживать их фекалии. Пастбища, на которых выпасались заражённые особи, представляют опасность ещё в течение 2 лет. Для их гельминтологической оценки имеются соответствующие протоколы [Гельминтологическая оценка..., 1973]. При этом личинки способны перезимовывать не только в фекалиях, но и в моллюсках. Следует иметь в виду, что на территории Ленинградской обл. обитает, как минимум, семь видов гастропод-промежуточных хозяев элафостронгилюса: улитка мохнатая (*Trochulus hispidus*), янтарка обыкновенная (*Succinea putris*), улитка кустарниковая (*Bradybaena fruticum*), арианта древесная (*Arianta arbustorum*), катушка роговая (*Planorbarius corneus*), слизень сетчатый (*Deroceras reticulatum*) и слизень дорожный

рыжий/буроватый (*Arion subfuscus*) (табл. 2). Распространению элафостронгилёза особенно способствуют тёплые зимы, которые случаются всё чаще из-за глобального изменения климата [Halvorsen et al., 1980; Handeland et al., 2019].

Заключение

В результате комплекса проведённых диагностических процедур установлено паразитирование нематоды *E. rangiferi* у северных оленей, завезённых на территорию Ленинградской обл. в период с 2010 по 2020 г. из Мурманской обл. Обнаружение личинок паразита в фекалиях животных второго поколения свидетельствует об успешной реализации полного жизненного цикла гельминта (который требует участия промежуточных хозяев – моллюсков). Поскольку уже доказана опасность *E. rangiferi* не только для северных оленей, но и для лосей, овец и коз, необходимо продолжать мониторинг сложившейся ситуации

Благодарности

Авторы выражают благодарность всем владельцам частных зверинцев, согласившимся на сотрудничество.

Финансирование работы

Применение молекулярно-генетических методов для подтверждения определения нематод в рамках данного исследования было поддержано грантом РНФ № 19-74-20147 (рук. С.Э. Спиридонов).

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

Акбаев М.Ш., Водянов А.А., Косминков Н.Е. [и др.] Паразитология и инвазионные болезни животных. М.: Колос, 1998. 743 с.

- Балашов Ю.С., Значение идей В.Н. Беклемишева о паразитарных системах и жизненных схемах видов в развитии паразитологии (Электронный журнал) // Паразитология. 1991. Вып. 3. С. 185–195 // (https://www.zin.ru/journals/parazitologiya/content/1991/prz_1991_3_1_Balashov.pdf). Проверено 24.04.2021.
- Боев С.Н. Лёгочные нематоды копытных животных Казахстана. Алма-Ата: Изд-во Академии наук Казахской ССР, 1957. 169 с.
- Генис Д.Е. Медицинская паразитология: Учебник. 6-е изд., испр. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2019. 524 с.
- Гельминтологическая оценка пастбищ / Под ред. Е.Е. Шумаковича. М.: Колос, 1973. 215 с.
- Григорьев И.И., Гельминты и гельминтозы домашних оленей горно-таёжной зоны Якутии // Вестник КрасГАУ. 2015. № 1. С. 162–166.
- Данилкин А.А. Динамика населения диких копытных России: гипотезы, факторы, закономерности. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 310 с.
- Данилкин А.А. Млекопитающие России и сопредельных регионов: Олени (Cervidae). М.: ГЕОС, 1999. 552 с.
- Забродин В.А., Лайшев К.А., Печин В.П. Результаты изучения инфекционных и инвазионных заболеваний в таймырской популяции диких северных оленей // Северный олень в России 1982–2002. М.: Триада-Фарм, 2003. С. 261–272.
- Лещёв М.В. Эпизоотология инвазионных болезней северных оленей в Ямало-Ненецком автономном округе: Автореф. дис. ... канд. вет. наук. Тюмень: ВНИИВЭА, 2008.
- Логинова О.А., Белова Л.М. Трекирование северных оленей в рамках эпизоотологического мониторинга гельминтозов // Инновации и технологический прорыв в АПК: Сб. мат. междунар. научно-практ. конф. Брянская область: Брянский ГАУ, 2020. С. 63–65.
- Мицкевич В.Ю. Гельминты северного оленя и вызываемые ими заболевания. Л.: Колос, 1967. 308 с.
- Млекопитающие России: Список видов и прикладные аспекты / Под ред. А.А. Лисовского. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. 191 с.
- Павлинов И.Я. Семейство Олени (Cervidae Goldfuss, 1820) // Звери России: справочник-определитель. Часть 2. Хищные. Непарнокопытные. Парнокопытные. Китообразные. Сирены. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. С. 514–540.
- Поляков П.А. Прижизненная дифференциальная диагностика стронгилятозов пищеварительного тракта жвачных по инвазионным личинкам: Дис. ... канд. вет. наук. М., 1953.
- Прядко Э.И. Гельминты оленей. Алма-Ата: Наука, 1976. 224 с.
- Фореит У.Дж. Паразиты диких животных // Ветеринарная паразитология: Справочное руководство. М.: Аквариум Принт, 2012. С. 181–197.
- Чупрак Д.И., Белова Л.М., Логинова О.А. Диагностическое значение изменений морфологии личинок протостронгилид жвачных // Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны: Сб. мат. междунар. научн. конф. студ., асп. и мол. учёных. СПб.: СПбГУВМ, 2020. С. 363–364.

- Altschul S.F., Gish W., Miller W., Myers [et al.] Basic local alignment search tool (Electronic journal) // Journal of Molecular Biology. 1990. Vol. 215. P. 403–410. [https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2). Accessed on May 13, 2021.
- Anderson R.C. The Ecological Relationships of Meningeal Worm and Native Cervids in North America (Electronic journal) // Journal of Wildlife Diseases. 1972. Vol. 8. P. 304–310. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-8.4.304>. Accessed on April 24, 2021.
- Ball M.C., Lankester M.W. & Mahoney S.P. Factors affecting the distribution and transmission of *Elaphostrongylus rangiferi* (Protostrongylidae) in caribou (*Rangifer tarandus caribou*) of Newfoundland, Canada (Electronic journal) // Canadian Journal of Zoology. 2001. Vol. 79. P. 1265–1277, <https://doi.org/10.1139/cjz-79-7-1265>. Accessed on April 24, 2021.
- Davidson R.K., Mørk T., Holmgren K.E. [et al.] Infection with brainworm (*Elaphostrongylus rangiferi*) in reindeer (*Rangifer tarandus* ssp.) in Fennoscandia // (Electronic journal) // Acta Veterinaria Scandinavica. 2020. Vol. 62. No. 24. <https://doi.org/10.1186/s13028-020-00524-4>. Accessed on April 23, 2021.
- Deksne G., Davidson R.K., Buchmann K. [et al.] Parasites in the changing world – Ten timely examples from the Nordic-Baltic region (Electronic journal) // Parasite Epidemiology and Control. 2020. Vol. 10. Special Issue ‘WFP Member Societies’; contribution from the Scandinavian-Baltic Society for Parasitology. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2020.e00150>. Accessed on April 24, 2021.
- Gibbons L.M., Halvorsen O. & Stuve G. Revision of the genus *Elaphostrongylus* Cameron (Nematoda, Metastrongyloidea) with particular reference to species of the genus occurring in Norwegian cervids (Electronic journal) // Zoologica Scripta. 1991. Vol. 20. No. 1. P. 15–26. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.1991.tb00272.x>. Accessed on April 24, 2021.
- Halvorsen O., Andersen J., Skorping A. [et al.] Infection in reindeer with the nematode *Elaphostrongylus rangiferi* MITSKEVICH in relation to climate and distribution of intermediate hosts (Electronic resource) // Proceedings of the 2nd International Reindeer/ Caribou Symposium DVF. 1980. Trondheim, Norway. P. 449–455. // (<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19822287622>). Accessed on April 24, 2021.
- Halvorsen O., Skorping A. The influence of temperature on growth and development of the nematode *Elaphostrongylus rangiferi* in the gastropods *Aranta arbustorum* and *Euconulus fulvus* (Electronic journal) // Oikos. 1982. Vol. 38. No 3. P. 285–290. <https://doi.org/10.2307/3544666>. Accessed on April 24, 2021.
- Handeland K., Skorping A. The Early Migration of *Elaphostrongylus rangiferi* in Goats (Electronic journal) // Journal of Veterinary Medicine. Series B. 1992. Vol. 39. P. 263–272. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1992.tb01167.x>. Accessed on April 24, 2021.
- Handeland K., Norberg H.S. Lethal Cerebrospinal Elaphostrongylosis in a Reindeer Calf (Electronic journal) // Journal of Veterinary Medicine. Series B. 1992. Vol. 39. P. 668–671. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1992.tb01220.x>. Accessed on April 24, 2021.
- Handeland K., Skorping A. & Slettbakk T. Experimental Cerebrospinal Elaphostrongylosis (*Elaphostrongylus rangiferi*) in Sheep (Electronic journal) // Journal of Veterinary Medicine. Series B. 1993. Vol. 40. P. 181–189. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1993.tb00126.x>. Accessed on April 24, 2021.
- Handeland K. Experimental Studies of *Elaphostrongylus rangiferi* in Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*): Life Cycle, Pathogenesis, and Pathology (Electronic journal) // Journal of Veterinary Medicine. Series B. 1994. Vol. 41. P. 351–365. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1994.tb00238.x>. Accessed on April 24, 2021.
- Handeland K., Slettbakk T. Outbreaks of Clinical Cerebrospinal Elaphostrongylosis in Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in Finnmark, Norway, and their Relation to Climatic Conditions (Electronic journal) // Journal of Veterinary Medicine. Series B. 1994. Vol. 41. P. 407–410. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1994.tb00244.x>. Accessed on April 24, 2021.
- Handeland K., Skorping A., Stuen S. & Slettbakk T. Experimental studies of *Elaphostrongylus rangiferi* in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*): Clinical observations (Electronic journal) // Rangifer. 1994. Vol. 14. No. 2. P. 83–87. <https://doi.org/10.7557/2.14.2.1138>. Accessed on April 24, 2021.
- Handeland K., Davidson R.K., Viljugrein H. [et al.] *Elaphostrongylus* and *Dictyocaulus* infections in Norwegian wild reindeer and red deer populations in relation to summer pasture altitude and climate (Electronic journal) // IJP: Parasites and Wildlife. 2019. Vol. 10. P. 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.iippaw.2019.09.003>. Accessed on April 24, 2021.
- Holterman M., van der Wurff A., van den Elsen S. [et al.] Phylum-wide analysis of SSU rDNA reveals deep phylogenetic relationships among nematodes and accelerated evolution towards crown clades (Electronic journal) // Molecular Biology and Evolution. 2006. Vol. 23. P. 1792–1800. <https://doi.org/10.1093/molbev/msl044>. Accessed on May 13, 2021.
- iNaturalist. Моллюски Ленинградской области (Electronic resource) // (<https://www.inaturalist.org/projects/mollyuski-leningradskoy-oblasti?tab=species>). (Accessed on 17.08.2021)
- Josefsen T.D., Sørensen K.K., Mørk T. [et al.] Fatal inanition in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*): Pathological findings in completely emaciated carcasses (Electronic journal) // Acta Veterinaria Scandinavica. 2007. Vol. 49. No. 27. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-49-27>. Accessed on April 23, 2021.
- Josefsen T.D., Handeland K. The reindeer brain worm (*Elaphostrongylus rangiferi*) – biology and veterinary aspects (Electronic journal) // Norsk Veterinærtidsskrift nr. 2014. Vol. 2. Article number 126. P. 202–208. // (<https://www.researchgate.net/publication/273131613>). Accessed on April 23, 2021.
- Kanzaki N., Futai K. A PCR primer set for determination of phylogenetic relationships of *Bursaphelenchus* species within the xylophilus group (Electronic journal) //

- Nematology. 2002. Vol. 4. Issue 1. P. 35–41. <https://doi.org/10.1163/156854102760082186>. Accessed on May 13, 2021.
- Lankester M.W., Fong D. Protostrongylid nematodes in caribou (*Rangifer tarandus caribou*) and moose (*Alces alces*) of Newfoundland (Electronic journal) // *Rangifer*. 1998. Vol. 18. Special Issue No. 10. P. 73–83. <https://doi.org/10.7557/2.18.5.1543>. Accessed on April 24, 2021.
- Nadler S.A., D'Amelio S., Fagerholm H.-P., [et al.] Phylogenetic relationships among species of *Contraecum* Railliet & Henry, 1912 and *Phocascaris* Høst, 1932 (Nematoda: Ascaridoidea) based on nuclear rDNA sequence data (Electronic journal) // *Parasitology*. 2000. Vol. 121. P. 455–463. <https://doi.org/10.1017/S0031182099006423>. Accessed on May 13, 2021.
- Nikander S., Rahko T. Studies on the occurrence of lung worm infection in the reindeer in Finnish Eastern Lapland (Electronic journal) // *Rangifer*. 1990. Special issue No. 4. P. 59. <https://doi.org/10.7557/2.10.4.923>. Accessed on April 24, 2021.
- Reindeer and Caribou: Health and Disease / Eds. M. Tryland & S. Kutz. Boca Raton; London; New York: Taylor & Francis, 2019. 533 p.
- Ronéus O., Nordkvist M. Cerebrospinal and muscular nematodiasis (*Elaphostrongylus rangiferi*) in Swedish reindeer (Electronic journal) // *Acta Vet. Scand.* 1962. Vol. 3. P. 202–25. <https://doi.org/10.1186/BF03547140>. Accessed on April 24, 2021.
- Schjetlein J., Skorping A. The temperature threshold for development of *Elaphostrongylus rangiferi* in the intermediate host: An adaptation to winter survival? (Electronic journal) // *Parasitology*. 1995. Vol. 111. No. 1. P. 103–110. <https://doi.org/10.1017/S0031182000064659>. Accessed on April 24, 2021.
- Skorping A. *Elaphostrongylus rangiferi*: Influence of temperature, substrate, and larval age on the infection rate in the intermediate snail host, *Arianta arbustorum* (Electronic journal) // *Experimental Parasitology*. 1982. Vol. 54. No. 2. P. 222–228. [https://doi.org/10.1016/0014-4894\(82\)90130-8](https://doi.org/10.1016/0014-4894(82)90130-8). Accessed on April 24, 2021.
- Skorping A. The effect of density of first-stage larvae of *Elaphostrongylus rangiferi* on the infection rate in the snail intermediate host (Electronic journal) // *Parasitology*. 1988. Vol. 96. P. 487–492. <https://doi.org/10.1017/S0031182000080124>. Accessed on April 24, 2021.
- Steen M., Blackmore C.G. M. & Skorping A. Cross-infection of moose (*Alces alces*) and reindeer (*Rangifer tarandus*) with *Elaphostrongylus alces* and *Elaphostrongylus rangiferi* (Nematoda, Protostrongylidae): effects on parasite morphology and prepatent period (Electronic journal) // *Veterinary Parasitology*. 1997. Vol. 71. Issue 1. P. 27–38. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(97\)00013-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(97)00013-7). Accessed on August 17, 2021.
- Tractive.com (Electronic resource) // (<https://my.tractive.com>). Accessed on April 24, 2021.
- Vrain T.C., Wakarchuk D.A., Levesque A.C. & Hamilton R.I. Intraspecific rDNA restriction fragment length polymorphism in the *Xiphinema americanum* group // *Fundamental and Applied Nematology*. 1992. Vol. 15. P. 563–573.

THE FIRST REPORT ABOUT *LAPHOSTRONGYLUS RANGIFERI* (INVASIVE PARASITIC SPECIES IN REINDEER) IN THE LENINGRAD REGION

© 2022 Loginova O.A.^{a,*}, Belova L.M.^{b,**}, Spiridonov S.E.^{a,***}

^a A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences,
Moscow 119071, Russia

^b St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg 196084, Russia

*loginova_spb@bk.ru; **larissabelova2010@yandex.ru; ***s_e_spiridonov@rambler.ru

Elaphostrongylus rangiferi is a parasitic nematode specific to reindeer (*Rangifer tarandus*). In the XXth century, reindeer were not found in the Leningrad Region. However, by 2020, several dozen of them were brought from the Murmansk Region and the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug and settled in at least seven private menageries. As a result of a study of the feces of 34 imported reindeer carried out in 2018–2021, larvae of nematodes were isolated, whose morphological, morphometric, physiological and biological characteristics corresponded to those of *E. rangiferi*. The species identification was confirmed by subsequent molecular genetic studies. The discovery of parasite larvae in the feces of the second generation reindeer (born in 2018–2020) indicates the successful completion of the full life cycle of this helminth, which requires a participation of intermediate hosts – terrestrial or freshwater gastropods. A combination of such circumstances as: 1) the appearance of reindeer infested with *E. rangiferi* in the Leningrad Region; 2) the presence of wild, agricultural and zoo ruminants capable of becoming the definitive hosts for *Elaphostrongylus* in the Leningrad Region; 3) the spread of the larvae of this parasite as a result of free walking of reindeer in the forest, their lease and resale, the commercial sale of non-disinfected manure; 4) the ability of larvae to maintain viability in feces and infected mollusks for about 2 years, withstanding freezing and drying; 5) high lethality of infested nonspecific hosts due to parasitic encephalomyelitis, pneumonia, etc.; 6) the lack of methods for treating sick animals – endangers the theriofauna of the Leningrad Region.

Keywords: zooparasitic nematode; *Elaphostrongylus rangiferi*; reindeer; Leningrad Region.