

Элементный статус адаптивного состояния телят северных оленей в экологических условиях Большеземельской тундры

Т.М. Романенко

Институт агrobiотехнологий им. А.В. Журавского
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар
nmshos@yandex.ru

Аннотация

Проведена оценка химического состава эссенциальных элементов в длинной мышце спины и печени телят северных оленей 7–8-месячного возраста. Отмечены различия в содержании Ca, установлена положительная связь с Mg и Fe. Выявленные особенности обмена веществ у телят, выращенных в разных средах, определяющим фактором которых являются типы почв в устойчивом функционировании системы почва–растение–животное, обеспечивают преимущества физиологического состояния организма. Исследования 2020 и 2021 гг. показали, что телята текущего года рождения, составляющие основной контингент убоя 83 %, за период роста и развития в условиях техногенной нагрузки Большеземельской тундры накапливают токсичные вещества, радионуклиды и диоксины в мышечной ткани, печени и почках в пределах установленных санитарно-гигиенических нормативов. Из числа исследованных тяжелых металлов (Cd, Hg, Pb, As) концентрации Pb и As у телят отличались низкими предельно допустимыми концентрациями.

Ключевые слова:

Арктическая зона Российской Федерации, северный олень, Большеземельская тундра, структура рациона, химический состав, мышечная ткань, печень, почки, тяжелые металлы, почвы

Северное оленеводство – традиционная отрасль коренных народов, поставленная на промышленную основу производства мяса оленины для обеспечения Арктической зоны РФ и приграничных территорий продовольствием, одной из важных задач которой является производство экологически безопасной продукции в условиях промышленного освоения открытых месторождений полезных ископаемых и разведочных работ.

На территории Ненецкого АО и Республики Коми активное промышленное освоение открытых нефтяных и газовых месторождений сконцентрировано в Большеземельской тундре. Техногенное воздействие обусловлено строительством промысловых площадок и линейных коммуникаций в условиях развитых озерной и речной сетей, высокой заболоченности территории и низкой испаряемости [1].

Большеземельская тундра – холмистая моренная равнина, расположенная на землях, относящихся к Ненецкому

Elemental status of the adaptive state of reindeer calves in the ecological conditions of the Bolshezemelskaya tundra

T.M. Romanenko

A.V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar
nmshos@yandex.ru

Abstract

The chemical composition of essential elements in the longissimus back muscle and liver of 7–8-month-old reindeer calves has been evaluated. Differences in the content of Ca, a positive relationship with Mg and Fe have been noted. The identified features of metabolism in calves bred in different environments, the determining factor of which are soil types in the stable functioning of the soil–plant–animal system, provide advantages of the physiological state of the organism. By the studies of 2020 and 2021, calves of the current year of birth, comprising 83 % of slaughter, accumulate toxic substances, radionuclides and dioxins in muscle tissue, liver and kidneys within the agreed health-based exposure limits as they grow and develop under technogenic load of the Bolshezemelskaya tundra. Among the heavy metals studied (Cd, Hg, Pb, As), Pb and As concentrations in calves have low values of maximum permissible concentrations.

Keywords:

Arctic zone of the Russian Federation, reindeer, Bolshezemelskaya tundra, diet structure, chemical composition, muscle tissue, liver, kidneys, heavy metals, soils

автономному округу и Республике Коми. Территория ограничена реками Печорой и Усой с запада и юга, а также Полярным Уралом и Пай-Хоем с востока [2].

Природа региона в связи со слабым освоением в значительной мере сохранила естественный облик и признала эталоном равнинных тундр Европы, что требует особого внимания к ней [3].

На территории Большеземельской тундры традиционной хозяйственной деятельностью занимаются 12 оленеводческих хозяйств, из них шесть являются племрепродукторами, пастбища которых представлены в виде лент с выходом летовок в прибрежную морскую зону. Исключение составляет СПК «Ижемский оленевод», его летние пастбища находятся в континентальной части. Движение стад осуществляется в направлении с юга на север и обратно.

Основное направление оленеводческих хозяйств – это производство мяса. В структуре убоя 2014–2016 гг. телята

текущего года рождения составляли большую часть – 83 % (75–87 %), старшие группы: молодежь (1,5–3,5 лет) и взрослые (5,5 лет и старше) – 2 и 15 % в среднем соответственно.

Мясо телят отличается высоким химическим составом жизненно важных элементов по сравнению с мясом взрослых животных. По качеству, например, мышцы спинного и поясничного отрубов содержат меньше соединительной ткани, чем в шейном и лопаточном, что связано с многофункциональными особенностями мышц, имеющими различия по химическому составу и полноценности [4].

Длительное местобитание животных в условиях внешней среды обуславливает выработку характерных особенностей у организмов, включающих глубокие метаболические связи к геохимическим факторам, обеспечивающие гармонию гомеостаза макро- и микроэлементов тканей и других сред для сохранения и воспроизводства вида. Концентрации элементов в организме животных растут с увеличением их в природе, в которой ни один химический элемент не действует изолированно, где значение имеют природа, концентрация и соотношение между элементами [5].

Производство экологически безопасной продукции зависит от степени антропогенной нагрузки на пастбищные экосистемы как со стороны нефтегазодобывающих компаний, так и от деятельности выпаса животных. Нельзя исключать естественные источники загрязнения природной среды тяжелыми металлами, связанные с особенностями состава почвообразующих пород и спецификой условий аккумуляции и миграции элементов в ландшафтах криолитозоны [6–9].

Исследованиями установлены основные аккумуляторы тяжелых металлов, к которым относятся грибы и ягель [10, 11]. Анализ мышечной ткани и субпродуктов северных оленей показали превышение предельно допустимых концентраций в продукции северного оленеводства Арктических регионов, как результат антропогенных нагрузок на пастбищные экосистемы [12–17].

По данным А.М. Ежковой и др., концентрации кадмия и свинца в почве, растениях и говядине зависят от степени техногенной нагрузки: в зоне наименьшей степени содержание кадмия и свинца значительно ниже допустимых количеств, средней степени концентрации превышали в растениях в 1,5 раза и говядине в 1,2–1,3 раза, наивысшей – в 1,2 и 1,6–1,7 раза соответственно [18].

Некоторые литературные источники приводят сведения о положительном воздействии небольших количеств тяжелых металлов и радионуклидов на организм растений, животных и человека [7, 19].

При физиологической беременности, например, у крыс в костях, печени и легких происходит накопление важных химических элементов, в том числе и Cd, содержание которого повышается на 42 %, отмечена связь с тканями легкого и другими органами [20].

Следует отметить слабую изученность элементного состава мяса северных оленей и его особенностей, связанных с разведением животных в разных ландшафтно-географических условиях, знание которых позволит выделить экологические группы и использовать для производства продуктов питания соответствующую маркировку, а также поставлять мясную продукцию в биогеохимические райо-

ны для восполнения дефицита микроэлементов у населения, использовать при освежении крови в оленеводстве.

В современных условиях климатических изменений, антропогенного воздействия на экосистему тундры, связанных с интенсивным выпасом животных, добычей полезных ископаемых, созданием новых промышленных комплексов, становится актуальным изучение питания животных и процессов обмена веществ в организме как индикатора среды, что позволит научно обоснованно подходить к вопросам качества и безопасности продукции.

Цель данных исследований – оценка концентраций эссенциальных и токсичных элементов, их распределение и накопление в органах телят северных оленей убоя текущего года.

Материалы и методы

Объектом исследований служили пробы содержимого рубцов, длиннейшей мышцы спины и субпродуктов (печень и почки) телят северных оленей.

Для изучения накопления и распределения жизненно важных элементов роста и развития (Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu), токсичных элементов (Cd, As, Hg, Pb, 137Cs) в тканях телят 7–8 – месячного возраста в период убоя 2020 г. на убойном пункте СПК «Путь Ильича» Ненецкого АО проводили отбор проб печени и почек от телят бригады № 6 (PUL6), при разделке туш на ОАО «Мясопродукты» (Нарьян-Мар) – длиннейшей мышцы спины (далее – ДМС).

Для сравнения использовали данные химического состава ДМС и печени исследований А.А. Семеновской и др., 2018 (ПСК «Оленевод» Республика КОМИ – OLEN) и M. Nieminen, 1993 (северные районы Финляндии – SFIN) [21, 22].

В период 2019–2020 гг. в бригаде № 5 СПК «Путь Ильича» (PUL5) изучали содержимое рубцов оленей с января по сентябрь, для определения процентного соотношения лишайниковых и зеленых кормов.

Пространственно-временной анализ распределения и накопления тяжелых металлов (Cd, Hg, Pb, As), радионуклидов (137Cs); полихлорированные дибензо-пара-диоксины и дибензо-пара-фураны (далее – ПХДД/ПХДФ); полихлорированные бифенилы (далее – ПХБ); хлорорганические пестициды (далее – ХОП) проводили на основании протоколов исследований мяса и печени телят северных оленей 2020–2021 гг. хозяйств племрепродукторов СПК «Харп», СПК Коопхоз «ЕРВ», СПК «Путь Ильича», СПК «Ижемский оленевод и Ко», пастбища которых размещены в Большеземельской тундре Ненецкого АО и Республике Коми.

Содержание Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu, Cd, Hg, Pb, As, 137Cs, ПХДД/ПХДФ ПХБ, ХОП определяли на базе лабораторий ФГБУ «Ленинградская МВЛ», ФБУ «Архангельский ЦСМ», ФГБУ «ВГНКИ», химико-аналитического центра «Арбитраж», ФГУП «ВНИИМ им. Менделеева», ООО «МосСтандарт» в соответствии с ГОСТ 30178–96, ГОСТ Р 51766–2001, ГОСТ 34427–2018, ГОСТ 25011–2017 ГОСТ 3319–2015, ГОСТ 31727–2012, ГОСТ 26657–97, ГОСТ 26570–95, ГОСТ 32343–2013, МУ- А-1/025, МУ- А-1/030, МУК-99, МУ- А-1/006, УМ 4380–87, МРК № 40151.

Для расчета предельно допустимых концентраций (далее – ПДК) тяжелых металлов, радионуклидов, диоксинов использовали Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) и

Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013).

Результаты обрабатывали с помощью программы EXCEL 2010.

Результаты и их обсуждение

Изучение кормовых фракций рубца в рационе телят северных оленей PUL5, выпасаемых на зимних пастбищах Большеземельской тундры с января по апрель, показало преобладание лишайников, содержание которых варьировало по месяцам от 82,25 до 51,82 % (рис. 1), тогда как доля зеленых кормов составляла 13,15–39,16 %, мхов – 4,6–19,0 %. Колебания лишайников в рационе оленей в зимний период 2020 г. были обусловлены высоким уровнем снегового покрова, что создавало трудности в добывании корма животными. В потребляемом корме оленями присутствовали опавшая листва голубики, брусники, морошки, багульника, а также оторфованные части растений.

На ранневесенних пастбищах, с появлением проталин с травянистой растительностью, содержание лишайников в питании оленей снизилось до 37,25 %.

В раннеосенних рационах преобладали лишайники 53,1 % (68,5–44 %), зеленые корма и мхи составляли 38,9 и 8 % соответственно.

Рационы СПК «Харп» (Большеземельская тундра) в марте–апреле содержали 62 % лишайников и 45 % в ранневесенний период.

Начатые исследования по изучению структуры рационов в 2002 г. показали имеющееся снижение качества поедаемых лишайников животными за счет присутствия отмирающей части.

По данным [23], состав зимнего и летнего рационов трех районов северной Финляндии был представлен лишайниками (33–46,4 %), лиственной карликовых кустарников (24,9–37,9), травянистой растительностью (20,9–36,2) и бриофитами (2,9–6,5 %). В летний период в рационе оленей значительно возрастала доля травянистой растительности, при переходе на пастбища со старыми и зрелыми хвойными лесами увеличивалось количество бриофитов.

Результаты исследований структуры рационов оленей отражают состав, качество и доступность кормовых запасов пастбищ в зимний и переходные сезоны выпаса,

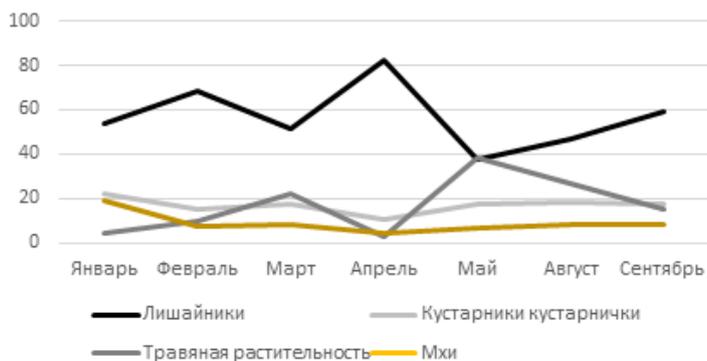


Рисунок 1. Структура рациона северных оленей СПК «Путь Ильича» в бригаде № 5 в зимний, ранние весенний и осенний сезоны выпаса, %.
Figure 1. The diet structure of reindeer at the Agricultural Production Plant «Put' Il'icha» in Work team 5 in winter, early spring and early autumn grazing periods, %.

периоды, когда лишайниковые корма приобретают важное значение в физиологии животных.

Летние рационы телят и взрослых животных содержали больше травянистой растительности. Со сменой растительности в рубце оленя появляются почвенные бактерии и достоверно увеличивается доля целлюлозолитических бактерий. При этом отмечаются значимые изменения ряда таксонов микроорганизмов в связи с показателями питательности рациона, а также содержанием клетчатки и численности семей микроорганизмов [24, 25]. С потреблением грибов в летне-осенний период энергетическая ценность рационов значительно повышается.

Потребляемые оленями растения содержат эссенциальные элементы (P, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, K), составляющие минеральную часть рациона. Минеральные вещества необходимы для синтеза жизненно важных соединений и входят в состав молекул сложных органических структур [26].

Влияние на химический состав мяса исследователи связывают с региональными особенностями [21, 5], характеризующимися типами почв, фазами развития растений, различным содержанием питательных веществ в корме [27–29], а также выбросами в атмосферу продуктов сжигания предприятий ТЭК, металлургического производства, горных выработок [30].

К одному из важнейших и самых распространенных эссенциальных элементов в организме относится Ca. Усвоение Ca тканями организма зависит не только от содержания в кормах, но и от соотношения с фосфором, магнием, железом, жиром и белками.

По результатам исследований концентрации Ca в ДМС и печени PUL6 (300 и 105,67 мг/кг) в 3,8 и 4,2 раза превышали показатели SFIN и OLEN (таблица). У молодых и взрослых оленей из 10 обследованных районов северной и центральной частей Норвегии содержание Ca в мясе (длиннейшая мышца шеи) было невысоким, варьировало от 36 до 54 мг/кг и зависело от их места содержания [28]. По данным Министрства сельского хозяйства США (USDA), мясо северных оленей (карибу) отличалось наибольшим содержанием Ca (170 мг/кг) [31]. На территории Российской Арктики высокими концентрациями Ca выделялось мясо телят таймырских домашних оленей – 1400 мг/кг [32].

При этом наиболее высокие концентрации Mg в ДМС отмечались у OLEN (310,25 мг/кг) в сравнении с SFIN (230 мг/кг) и PUL6 (257 мг/кг). Повышенное содержание Ca в печени PUL6 (105,67 мг/кг) соответствовало его повышенному содержанию в ДМС (300 мг/кг). В мясе таймырских телят, аналогично Ca, отмечено высокое содержание Mg (1240 мг/кг).

По содержанию эссенциальных элементов K, Ca, Mg, Fe и Zn в ДМС SFIN и OLEN были более схожи по минеральному составу за исключением Cu. Концентрации Cu в ДМС и печени SFIN (3100 и 148400 мг/кг) в разы превосходили PUL6 (ДМС – 2,9 и печень – 9,47 мг/кг) и OLEN (ДМС – 4,0 мг/кг).

Наибольшим содержанием Fe выделялась ДМС OLEN (55,54 мг/кг), показатель которой достоверно превышал PUL6 (33,45 мг/кг) при $p < 0,05$. Железо положительно коррелировало с Ca ($r = 0,527$), что подтверждается данными Норвегии [28]. Печень

Содержание минеральных веществ в длиннейшей мышце спины и печени телят северных оленей, мг/кг

Content of mineral substances in the longissimus back muscle and liver of reindeer calves, mg/kg

Хозяйство	Орган	Показатель						
		K	P	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu
СПК «Путь Ильича» (PUL6)	ДМС	-	2100±400	300±10,00	257±3,34	33,45±1,35	21,15±1,17	2,9±0,12
	Печень	-	2100±400	105,67±2,97	162,33±4,49	163,67±9,83	24,70±1,77	9,47±3,74
ПСК «Оленевод»* (OLEN)	ДМС	3330±500	-	71,25±17,80	310,25±45,54	55,54±8,89	41,89±7,12	4,0±0,64
Северная Финляндия** (SFIN)	ДМС	3000	2300	80	230	42	34	3100
	Печень	3300	-	50	220	341	39	148400

Примечание. * – данные по [21], ** – данные по [22] по трем северным районам Финляндии.

Note. * - data according to [21], ** - data according to [22] about three northern regions in Finland.

SFIN в 2,1 раза содержала больше Fe (341 мг/кг) по сравнению с PUL6 (163,67 мг/кг).

Адаптация животных к условиям кальциевого питания происходит главным образом путем изменения интенсивности всасывания и экскреции элемента, т.е. на уровне пищеварительного тракта. Повышение Ca в рационах животных подавляет всасывание Mg и увеличивает его эндогенные потери, может способствовать ухудшению переваримости веществ, жира и безазотистых экстрактивных веществ [33, 34].

По содержанию в мышечной ткани у оленей, размещенных в разных ландшафтно-географических условиях, изучаемые микро- и макроэлементы расположились в следующей последовательности: K>P>Na>Ca>Mg>Fe>Zn>Cu при концентрации Ca ≥ 300 мг/кг и K>P>Na>Mg>Ca>Fe>Zn>Cu при концентрации Ca ≤ 170 мг/кг. Соотношение Ca/Mg при концентрации Ca ≥ 300 мг/кг было наиболее высоким 1,13–1,16, чем при Ca ≤ 170 мг/кг – 0,23–0,51. Установлена положительная высокая связь Ca с Mg (r=0,980) с надежностью 96 %. При изменении внутриклеточного соотношения Ca²⁺/Mg²⁺ и преобладании Ca происходит активация Ca²⁺ – чувствительных протеаз и липаз, приводящих к повреждению мембран, где Mg выступает как мембрано- и цитопротективный фактор, благодаря антагонизму с кальцием [35].

Наиболее высокие концентрации Cu и Fe в органах телят трех северных районов Финляндии могут быть обусловлены территориальной привязкой крупных шведских рудных месторождений Cu [36] и преобладающими ветрами западного направления, преобладанием пастбищ с подзолами иллювиально-железисто-гумусовыми, а также влиянием кормовых добавок.

Выявленные наиболее высокие концентрации Ca в органах телят PUL6 могут быть объяснены преобладанием пастбищ с подбурами светлыми, характеризующимися повышенным содержанием обменного кальция и магния, а также подбурами темными, обогащенными валовыми Fe₂O₃ и его оксалаторастворимыми формами по сравнению с породой [8, 37].

Учитывая взаимосвязь Ca с процессом биоминерализации костей скелета в раннем возрасте [38, 39] при участии витаминов (A, C, D, E, K, группы B), макро- и микроэлементов (Mg, Mn, P, Cu, Zn, J, Mo), ферментов [33, 40], надо полагать о большей минеральной плотности костей у телят PUL6 и скорости их роста до достижения пика костной массы.

Выявленные особенности элементного состава мяса северных оленей, выращенных в разных средах, опреде-

ляющим фактором которых являются типы почв в устойчивом функционировании системы почва–растение–животное, обеспечивают преимущества физиологического состояния организма.

Исследуемые токсичные элементы (Cd, Hg, Pb, As) и цезий 137 попадают в организм животных с растительной пищей, водой, почвой, легко включаются в круговорот веществ в биосфере и свободно перемещаются по биологическим трофическим цепочкам [27, 41].

Модель накопления и распределения концентраций Cd и Hg в органах (ДМС, печень и почки) телят северных оленей представлена на примере PUL6 (рис. 2). Накопление тяжелых металлов в органах телят происходит неравномерно [42]. Концентрации Cd и Hg распределялись в следующей убывающей последовательности: почки (парный орган выделительной системы) – 0,36 и 0,19 мг/кг, печень (орган пищеварительной системы) – 0,13 и 0,08 мг/кг и ДМС (парная, разгибатель спины и поясницы) – 0,027 и 0,008 мг/кг. Почки характеризовались накоплением Cd и Hg в наиболее высоких концентрациях, но не превышали концентрации в печени и ДМС [15, 43].

Содержание Cd в одной почке массой 0,079 кг в среднем составляло 0,028 мг (0,028 ПДК), печени (0,825 кг) – 0,107 мг (0,35 ПДК), в одной ДМС (0,434 кг) – 0,012 мг (0,24 ПДК). Содержание Hg в одной почке массой 0,079 кг в среднем составляло 0,082 мг (0,41 ПДК), печени (0,825 кг) – 0,066 мг (0,66 ПДК), в одной ДМС (0,434 кг) – 0,0006 мг (0,02 ПДК).

В модели на рис. 3 представлены концентрации тяжелых металлов (Cd, Hg, As, Pb) в мышечной ткани и печени телят северных оленей убоя 2020 и 2021 гг. хозяйств племярепродукторов, осуществляющих разведение северных оленей на территории активного промышленного освоения нефти и газа Большеземельской тундры Ненецкого АО (СПК «Харп», СПК Коопхоз «ЕРВ», СПК «Путь Ильича», СПК «Ижемский оленевод и Ко»).

Концентрации Cd в мышечной ткани в 2020 г. варьировали в пределах 0,2–0,54 ПДК, в 2021 г. находились на уровне 0,4 ПДК, в печени соответственно 0,25–0,4 ПДК (2020) и 0,22–0,5 ПДК (2021). Учитывая низкое содержание ПДК Cd в почках в сравнении с печенью на 19 %, можно предположить, что максимальные концентрации сохранятся и не будут превышать в почках телят изучаемых хозяйств 40 % ПДК. Концентрации Hg в мышечной ткани колебались: 0,08–0,5 ПДК (2020) и 0,08–0,33 ПДК (2021). В связи с особенностью печени накапливать ртуть, ее значения по годам варьировали 0,7–0,8 ПДК (2020) и 0,03–0,9 ПДК (2021). Более высокое

Орган	Cd	Hg
ДМС	0,027	0,008
Печень	0,13	0,08
Почки	0,36	0,19

Рисунок 2. Модель накопления и распределения концентраций Cd и Hg в ДМС, печени и почках телят северных оленей СПК «Путь Ильича» в бригаде № 6, мг/кг.

Figure 2. The accumulation and distribution model of Cd and Hg concentrations in the longissimus back muscle, liver and kidneys of reindeer calves at the Agricultural Production Plant "Put' Il'icha" in Work team 6, mg/kg.

накопление ртути в мясе и печени отмечалось у хозяйств с размещением летних пастбищ в прибрежной зоне.

Исследуемые пробы отличались низким содержанием As в печени 0,01 ПДК (2020) и 0,01–0,07 ПДК (2021) и большим накоплением его в мышечной ткани 0,1–0,35 ПДК (2020) и 0,12–0,3 ПДК (2021). В среднем за два года содержание мышьяка в печени составило 0,025 ПДК и в мышечной ткани – 0,2 ПДК.

Концентрации Pb в мышечной ткани (0,04–0,2 ПДК (2020) и 0,2–0,4 ПДК (2021)) к уровню печени (0,14–0,28 ПДК (2020) и 0,18–0,32 ПДК (2021)) характеризовались наиболее низкими значениями, связанными со слабодвижностью элемента в растениях с распределением максимальной

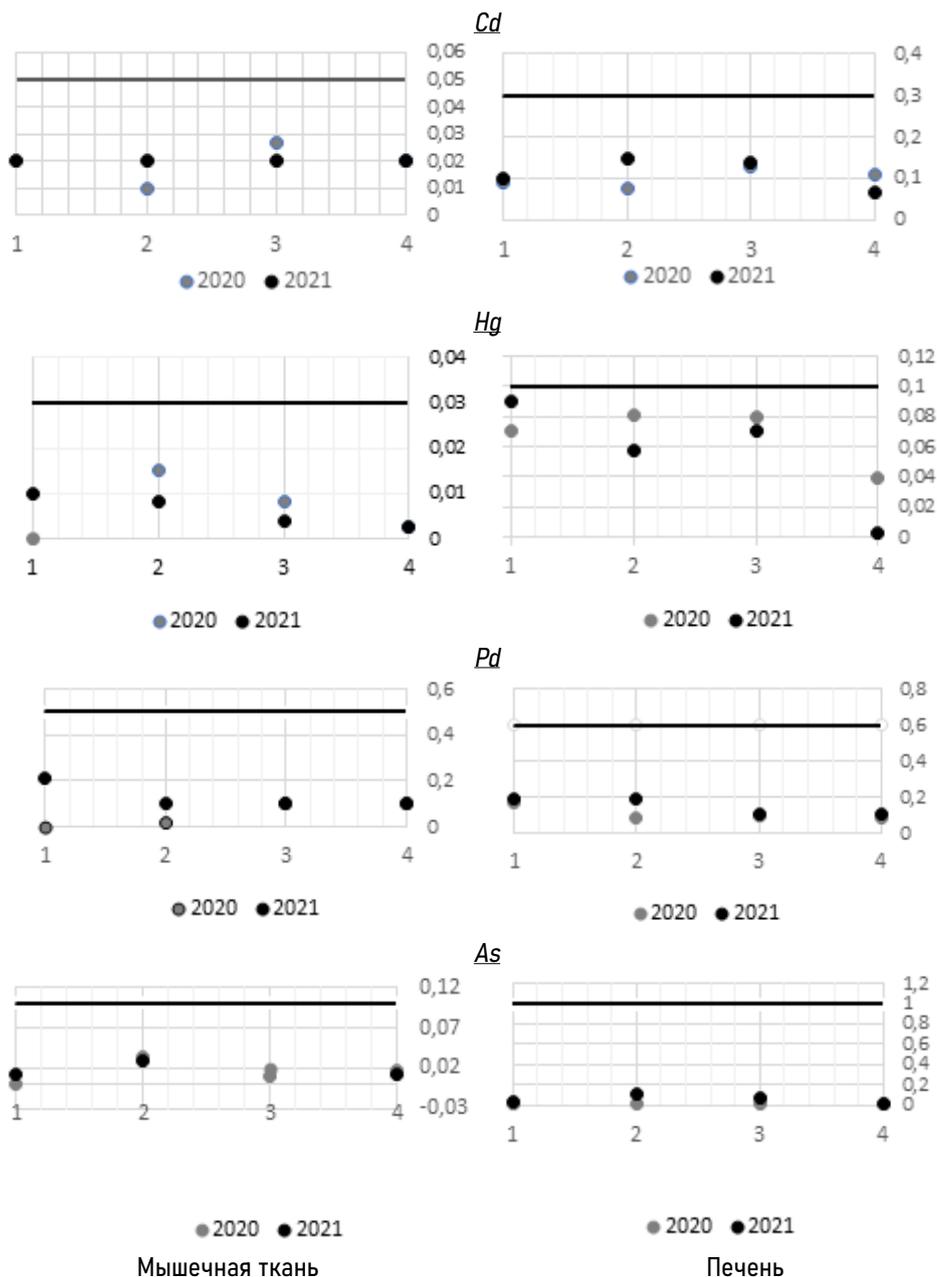


Рисунок 3. Модель концентраций токсичных элементов (Cd, Hg, Pb и As) в мышечной ткани и печени телят северных оленей убоя 2020 и 2021 гг. в экологических условиях Большеземельской тундры.

Примечание. 1 – СПК «Харп», 2 – СПК Коопхоз «ЕРВ», 3 – СПК «Путь Ильича», 4 – СПК «Ижемский оленевод и Ко».

Figure 3. The concentration model of toxic elements (Cd, Hg, Pb and As) in muscle tissue and liver of reindeer calves slaughtered in 2020 and 2021 in the ecological conditions of the Bolshezemelskaya tundra.

Note. 1 – the Agricultural Production Plant (APP) "Kharp", 2 – the APP Cooperative Farm "ERV", 3 – the APP "Put' Il'icha", 4 – the APP "Izhemskiy olenevod i Ko".

концентрации в корнях и минимальной – в запасующих и репродуктивных органах [7].

Низкое накопление тяжелых металлов у телят в период роста и развития также может быть связано с повышенным обменом веществ в условиях их высокой подвижности. Со старением организма (биологическое формирование организма у оленей составляет 5,5 лет) происходит нарушение поступления эссенциальных макро-и микроэлементов и накопление тяжелых металлов. Это объясняется механизмами контроля поддержания элементного состава гомеостаза, которые не полностью сформированы у молодых особей, данный эффективный контроль в организме утрачивается в старости [44, 45].

В исследованиях 2020–2021 гг. максимальные концентрации ^{137}Cs выявлены в печени (0,29 ПДК) и почках (0,41 ПДК), преимущественно через которые выводится радионуклид [46, 47]. Продукция СПК коопхоз «ЕРВ» характеризовалась низкими концентрациями ^{137}Cs в мясе (0,11 и 0,29 ПДК) и печени (0,07 и 0,04 ПДК). Содержание ПХДД/ПХДФ, ПХБ и ХОП во всех исследованных пробах изучаемых хозяйств находилось ниже порога обнаружения.

Заключение

На основании проведенных исследований оценки химического состава эссенциальных элементов установлены различия в содержании Са в ДМС телят северных оленей и положительная связь Са с Mg ($r=0,980$) и Fe ($r=0,527$).

Выявленные особенности обмена веществ у телят северных оленей, выращенных в разных средах, определяющим фактором которых являются типы почв в устойчивом функционировании системы почва–растение–животное, обеспечивают преимущества физиологического состояния организма.

Телята в возрасте 7–8 месяцев, составляющие основной контингент убоя в среднем 83 % за период роста и развития в условиях техногенной нагрузки Большеземельской тундры, накапливают токсичные вещества, радионуклиды и диоксины в мышечной ткани, печени и почках в ПДК.

Из числа исследованных тяжелых металлов (Cd, Hg, Pb, As) концентрации Pb и As у телят отличались низкими ПДК.

Пространственно-временные исследования тяжелых металлов, радионуклидов и диоксинов в мышечной ткани, печени и почках следует продолжить не только на убойном контингенте, основную часть которого составляют телята 6–7 - месячного возраста (83 %), но и на других группах с долей убоя 2 % (молодняк (1,5–3,5 лет)) и 15 % (взрослые (старше 5,5 лет)) для определения динамики накопления и распределения токсичных элементов в разных возрастных группах в современных условиях климатических изменений, антропогенной нагрузки на пастбищные экосистемы как со стороны нефтегазодобывающих компаний, так и от деятельности выпаса животных с учетом имеющихся естественных источников загрязнения природной среды.

В связи со слабой изученностью элементного состава мяса северных оленей на территории Ненецкого АО и Республики Коми, связанных с разведением животных в разных ландшафтно-географических условиях, необходимо продолжить исследования для выявления адаптивных особенностей и использования в приемах племенной работы.

Литература

1. Агроклиматические условия выпаса оленей на Севере Коми АССР и в Ненецком автономном округе Архангельской области: справочник / под науч. ред. Н.В. Гулиновой. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1986. – 182 с.
2. Корепанова, Л.Ю. Большеземельская тундра / Л.Ю. Корепанова // Энциклопедия Ненецкого автономного округа. – 2019. – Т.1 – С. 129.
3. Колосов, Д.Ф. Оценка воздействия на почвы и растительность при нефтегазовом освоении юго-востока Большеземельской тундры / Д.Ф. Колосов // Вестник северного (Арктического) Федерального университета. Серия: Естественные науки. – 2014. – № 1 – С. 13-17.
4. Антонова, Е.Н. Разработка технологической схемы разделки оленины / Е.Н. Антонова: дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2012. – 155 с.
5. Скальный, А.В. Региональные особенности элементного статуса гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации / А.В. Скальный, С.А. Мирошников, С.В. Нотова, И.П. Болдурина, С.В. Мирошников [и др.] // Экология человека. – 2014. – № 9. – С. 14-17.
6. Игловский, С.А. Техногенные изменения мерзлотных условий Двинско-Мезенской равнины и полуострова Каннин / С.А. Игловский // Arctic Environmental Research. – 2007. – № 2. – С. 13-19.
7. Селюкова, С.В. Тяжелые металлы в агроценозах / С.В. Селюкова // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – № 8. – С. 85-93.
8. Лаптева, Е.М. Ландшафтно-библиографические аспекты аккумуляции и миграции тяжелых металлов в почвах Арктики и Субарктики Европейского северо-востока / Е.М. Лаптева, Д.В. Каверин, А.В. Пастухов, Е.В. Шамрикова, Ю.В. Холопов // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2015. – Вып. 3(23). – С. 47-60.
9. Даувальтер, В.А. Гидрологические и гидрохимические особенности озер Большеземельской тундры / В.А. Даувальтер, Е.В. Хлопцева // Вестник МГТУ. – 2008. – Т. 11, № 3. – С. 407-414.
10. Королева, Ю.В. Особенности накопления лесными грибами Калининградской области / Ю.В. Королева, М.А. Охрименко // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2015. – Вып. 1. – С. 106-117.
11. Павлова, А.И. Накопление свинца и кадмия в кормах и организме северных оленей / А.И. Павлова, М.Д. Таркова, Ж.А. Габышева // Зоотехния. – 2006. – № 10. – С. 13-16.
12. В пробах печени северного оленя обнаружены диоксины и тяжелые металлы. – URL: <https://dprea.adm-nao.ru>. (08.05.2021).
13. Макаров, Д.А. Загрязнение диоксинами и токсичными элементами субпродуктов северных оленей в регионах Крайнего Севера России / Д.А. Макаров, А.А. Комаров, В.В. Овчаренко, Е.А. Небера, А.И. Кожушкевич [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 2. – С. 364-373.
14. Роббек, Н. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в мясе оленей чукотской породы (харгин) / Н. Роббек, Е. Алексеев, Т. Румянцева // Главный зоотехник. – 2019. – № 7. – С. 60-65.

15. Дускаев, Г.К. Влияние тяжелых металлов на организм животных и окружающую среду обитания (обзор) / Г.К. Дускаев, С.А. Мирошников, Е.А. Сизова, С.В. Лебедев, С.В. Нотова // Инновационное направление науки. ГНУ Всероссийский НИИ мясного скотоводства. – 2014. – № 3 (86). – С. 7–11.
16. Винокуров, Н. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в мясе оленей чукотской породы (харгин) / Н. Винокуров // Главный зоотехник. – 2019. – № 7. – С. 60–65.
17. Елсаков, В.В. Пространственные различия в аккумуляции элементов талломами лишайника *Cladonia rangiferina* L. на территории заповедника «Пасвик» / В.В. Елсаков, А.Б. Новаковский, Н.В. Поликарпова // Тр. Карельского НЦ РАН. Серия: Экологические исследования. – Петрозаводск, 2018. – № 5. – С. 3–14.
18. Ежкова, А.М. Содержание тяжелых металлов в говядине при различной степени техногенной нагрузки / А.М. Ежкова, А.Х. Яппаров, В.О. Ежков, Р.Н. Файзрахманов, Г.Я. Сафиуллина [и др.] // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 20. – С. 179–182.
19. Цезий-137 (радиоцезий). Влияние на человека, что это такое, чем опасен // Новости медицины. – URL <https://healthperfect.ru/tsezij-137.html>.
20. Лебедев, С.В. Особенности содержания химических элементов в тканях животных при различном физиологическом состоянии (экспериментальное исследование) / С.В. Лебедев, Л.В. Лизурчик // Молодой ученый. – 2015. – № 1 (81). – С. 125–129.
21. Семенова, А.А. Характерные особенности нутриентного состава воркутинской оленины, обусловленные условиями региона происхождения / А.А. Семенова, О.К. Деревицкая, А.С. Дыдыкин, М.А. Асланова [и др.] // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 5. – С. 72–79.
22. Nieminen, M. Reindeer husbandry in Finland Association of Reindeer Herders' Unions // Finnish Game and Fisheries Research Institute. Rovaniemi, 1993. Archive of the Naryan-Mar Agricultural Experiment Station (21.05.2022).
23. Bezar, P. Composition of the late summer diet of semi-domesticated reindeer under different grazing conditions in northernmost Finland / P. Bezar, S. Brilland, J. Kumpula // Rangifer. 2015. 35(1), P. 39–52.
24. Ильина, Л.А. Место обитания как определяющий фактор формирования микробиома рубца у северных оленей в Арктической России / Л.А. Ильина, К.А. Лайшев, Е.А. Йылдырым, В.А. Филиппова, Т.П. Дуняшев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 6. – С. 1177–1187.
25. Ильина, Л.А. Сезонные изменения микробиома рубца северного оленя в условиях Российской Арктики / Л.А. Ильина, В.А. Филиппова, К.А. Лайшев, Е.А. Йылдырым, Т.П. Дуняшев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 4. – С. 697–713.
26. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / под ред. А.П. Калашникова [и др.]. – Москва: Колос, 2003. – 456 с.
27. Луговая, Е.А. Региональные особенности элементного статуса жителей молодого возраста и старшей возрастной группы Республики Карелия / Е.А. Луговая, Е.М. Степанова, Д.В. Варганова, И.А. Виноградова, И.В. Смузенко [и др.] // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2017. – Т.9, № 4. – С.81–86.
28. Hassan, I. Selected vitamins and essential elements in meat from semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus* L.) in Mid- and Northern Norway: Geographical Variations and Effect of Animal Population Density / I. Hassan, M. Torkjel, M. Sandanger // Ammar Ali Nutrients. – 2012. – 4. – P. 724–739; doi:10.3390/nu4070724.
29. Петренко, Е.В. Минеральный состав рубленных полубаф리카тов из оленины / Е.В. Петренко, Г.А. Губаненко, Е.А. Зайченко, Е.А. Демакова // Ползуновский вестник. – 2021. – № 4. – С. 96–103.
30. Лайшев, К.А. Влияние различных факторов на химический состав и калорийность мяса домашних северных оленей / К.А. Лайшев, А.А. Южаков, А.Д. Мухачев // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2021. – № 3 (51). – С. 62–67.
31. USDA Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS) release. September 24, 2011 [Electronic resource]. URL: <https://fitaudit.ru/categories> (accessed 29.05.2022).
32. Shelepov, V.G. Chemical composition of indigenous raw meats / V.G. Shelepov, V.A. Uglov, E.V. Boroday, V.M. Poznyakovsky // Foods and Raw Materials. – 2019. – Vol.7. – № 2. – P. 412–418.
33. Лапшин, С.А. Новое в минеральном питании сельскохозяйственных животных / С.А. Лапшин, Б.Д. Кальницкий, В.А. Кокорева, А.Ф. Крисанов. – Москва: Росагропромиздат, 1988. – 208 с.
34. Вальданов, В.Н. Обмен магния у северного оленя // Бюллетень НТИ НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера / В.Н. Вальданов. – Норильск, 1972. – Вып. 2 (5). – С. 12–13.
35. Рычкова, Т.И. Физиологическая роль магния и значение его дефицита при дисплазии соединительной ткани у детей / Т.П. Рычкова // Педиатрия им. Г.Н. Сперанского. – 2011. – Т. 90, № 2. – С.114–120.
36. Eriksson, O. Heavy metals in reindeer and their forage plants / O. Eriksson, A. Frank, M. Nordqvist, L.R. Petersson // Rangifer, Special Issue № 3. – 1990. – P. 315–331.
37. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. – URL: <http://egrpr.esoil.ru/> (15.05.2022).
38. Репина, И. В. Минеральная плотность костей скелета детей и подростков / И.В. Репина, А.А. Свешников, Т.А. Ларионова // Гений ортопедии. – 2008. – № 2. – С. 108–113.
39. Никитинская, О.А. Роль молочных продуктов в поддержании костного здоровья / О.А. Никитинская // Русский медицинский журнал. – URL: <https://www.rmj.ru/> (15.05.2022).
40. Булгакова, Г.В. Роль соотношения кальций–фосфор в кормлении высокопродуктивных коров / Г.В. Булгакова, А.В. Иванов // Дайджест «Сельское хозяйство. Наука и практика». – Москва, 2015. – С. 10–13.
41. Теплая, Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы) / Г.А. Теплая // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 1 (23). – С. 182–192.
42. Ларионов, Г.А. Миграция тяжелых металлов в биологической цепи «почва – растение – животное» / Г.А. Ларионов, Е.П. Царева, Н.В. Щипцова // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 6 (60). – С. 49–50.

43. Крылова, А.Н. К вопросу определения ртути при судебно-химическом анализе печени и почек человека / А.Н. Крылова // Судебно-медицинская экспертиза. – Москва, 1965. – № 1. – С. 2-23.
44. Гульчак, Ф.Я. Северное оленеводство / Ф.Я. Гульчак. – Москва, 1954. – 216 с.
45. Горбачев, А.Л. Возрастные перестройки микроэлементной системы человека как биохимический механизм старения / А.Л. Горбачев, Е.А. Луговая // Северо-Восточный научный журнал. – 2010. – № 1. – С. 54–62.
46. Москалев, Ю.И. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов / Ю.И. Москалев. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 262 с.
47. Rissanen, K. Radiocesium in lichens and reindeer after the Chernobyl accident / K. Rissanen, T. Rahola // Rangifer. – 1990. – 10(3). – P. 55–61.

References

1. Agroklimaticheskie usloviya vypasa oleney na Severe Komi ASSR i v Nenetskom avtonomnom okruge Arkhangel'skoi oblasti: spravochnik [Agroclimatic conditions of reindeer grazing in the North of the Komi ASSR and in the Nenets Autonomous District of the Arkhangelsk Region: Handbook] / ed. N.V. Gulina. – Syktyvkar: Komi Book Publishing House, 1986. – 182 p.
2. Korepanova, L.Yu. Bolshezemelskaya tundra [The Bolshezemelskaya tundra] / L.Yu. Korepanova // Encyclopedia of the Nenets Autonomous District. – 2019. – Vol. 1. – P. 129.
3. Kolosov, D.F. Otsenka vozdeistviya na pochvy i rastitelnost' pri neftegazovom osvoenii yugo-vostoka Bolshezemelskoi tundry [Assessment of the impact on soils and vegetation during oil-and-gas development of the south-eastern Bolshezemelskaya tundra] / D.F. Kolosov // Vestnik severnogo (Arkticheskogo) Federalnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki [Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: Natural Sciences]. – 2014. – № 1. – P. 13–17.
4. Antonova, E.N. Razrabotka tekhnologicheskoi skhemy razdelki oleniny [Development of the technological scheme of reindeer cutting]: Candidate's thesis (Technical Sciences) / Moscow, 2012. – 155 p.
5. Skalny, A.V. Regional'nye osobennosti elementnogo statusa gomeostaza kak pokazatel' ekologo-fiziologicheskoy adaptatsii [Regional peculiarities of the elemental homeostasis status as an indicator of ecological and physiological adaptation] / A.V. Skalny, S.A. Miroshnikov, S.V. Notova, I.P. Boldurina, S.V. Miroshnikov [et al.] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. – 2014. – № 9. – P. 14–17.
6. Iglovsky, S.A. Tekhnogennyye izmeneniya merzlotnykh uslovij Dvinsko-Mezenskoj ravniny i poluostrova Kanin [Technogenic changes of permafrost conditions of the Dvinsko-Mzenskaya Plain and the Kanin Peninsula] / S.A. Iglovsky // Arctic Environmental Research. – 2007. – № 2. – P.13–19.
7. Selyukova, S.V. Tyazhelye metally v agrocenozah [Heavy metals in agrocenoses] / S.V. Selyukova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Science and Technology Achievements of the Agro-Industrial Complex]. – 2020. – № 8. – P. 85–93.
8. Lapteva, E.M. Landshaftno-bibliograficheskie aspekty akkumulyatsii i migratsii tyazhelykh metallov v pochvakh Arktiki i Subarktiki Evropejskogo severo-vostoka [Landscape-bibliographic aspects of accumulation and migration of heavy metals in the soils of the Arctic and Subarctic of the European North-East] / E.M. Lapteva, D.V. Kaverin, A.V. Pastukhov, E.V. Shamrikova, Yu.V. Kholopov // Proceedings of the Komi Science Centre, Ural Branch, RAS. – 2015. – Vol. 3(23). – P. 47–60.
9. Dauwalter, V.A. Gidrologicheskie i gidrohimicheskie osobennosti ozer Bol'shezemel'skoy tundry [Hydrological and hydrochemical features of the Bolshezemelskaya tundra lakes] / V.A. Dauwalter, E.V. Kholoptseva // Vestnik MG TU [Bulletin of the Moscow State Technical University]. – 2008. – Vol. 11, № 3. – P. 407–414.
10. Koroleva, Yu.V. Osobennosti nakopleniya lesnymi gribami Kaliningradskoj oblasti [Accumulation peculiarities by forest mushrooms of the Kaliningrad Region] / Yu.V. Koroleva, M.A. Ohrimenko // Vestnik Baltijskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta [Bulletin of the Baltic Federal University named after I. Kant]. – 2015. – Vol. 1. – P. 106–117.
11. Pavlova, A.I. Nakoplenie svinca i kadmiya v kormakh i organizme severnykh oleney [Accumulation of lead and cadmium in forage and organism of reindeer] / A.I. Pavlova, M.D. Tarkova, Z.A. Gabysheva // Zootehnika [Zootechny]. – 2006. – № 10. – P. 13–16.
12. V probah pecheni severnogo olenya obnaruzheny dioksiny i tyazhelye metally [Dioxins and heavy metals were found in reindeer liver samples] [Electronic resource]. URL: <https://dprea.adm-nao.ru/> (accessed: 08.05.2021).
13. Makarov, D.A. Zagryaznenie dioksinami i toksichnymi elementami subproduktov severnykh oleney v regionah Krajnego Severa Rossii [Pollution of reindeer by-products with dioxins and toxic elements in the regions of the Far North of Russia] / D.A. Makarov, A.A. Komarov, V.V. Ovcharenko, E.A. Nebera, A.I. Kozhushkevich [et al.] // Selskokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. – 2018. – Vol. 53. – № 2. – P. 364–373.
14. Robbeck, N. Soderzhanie mikroelementov i tyazhelykh metallov v myase oleney chukotskoj porody (hargin) [The content of trace elements and heavy metals in meat of the Chukchi reindeer breed (Hargin)] / N. Robbeck, E. Alekseev, T. Rummyantseva // Glavnyy zootekhnichesk [Chief Zootechnician]. – 2019. – № 7. – P. 60–65.
15. Duskaev, G.K. Vliyanie tyazhelykh metallov na organizm zhivotnykh i okruzhayushchuyu sredu obitaniya (obzor) [Influence of heavy metals on animal organism and the environment (review)] / G.K. Duskaev, S.A. Miroshnikov, E.A. Sizova, S.V. Lebedev, S.V. Notova // Innovacionnoye napravlenie nauki. GNU Vserossijskij NII myasnogo skotovodstva [Innovative Direction of Science. State Scientific Foundation All-Russian Research Institute of Meat Livestock Breeding]. – 2014. – № 3 (86). – P. 7–11.
16. Vinokurov, N. The content of trace elements and heavy metals in the meat of Chukchi reindeer breed (hargin) / N. Vinokurov // Chief Zootechnician. – 2019. – № 7. – P. 60–65.
17. Yelsakov, V.V. Prostranstvennyye razlichiya v akkumulyatsii elementov tallomami lishajnika Cladonia rangiferina L. na territorii zapovednika «Paskiv» [Spatial differences in

- the accumulation of elements by thalloms of the *Cladonia rangiferina* L. lichen on the territory of the Pasvik Reserve] / V.V. Elsakov, A.B. Novakovskii, N.V. Polikarpova // Proceedings of the Karelian Science Centre, RAS. Series: Ecological studies. - Petrozavodsk, 2018. - № 5. - P. 3-14.
18. Ezhkova, A.M. Soderzhanie tyazhelykh metallov v gov'yadine pri razlichnoj stepeni tekhnogennoj nagruzki [Content of heavy metals in beef at different degrees of technogenic load] / A.M. Ezhkova, A.Kh. Yapparov, V.O. Ezhkov, R.N. Faizrakhmanov, G.Y. Safiullina [et al.] // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Technological University]. - 2016. - Vol. 19. - № 20. - P. 179-182.
 19. Cezij-137 (radiocezij). Vliyanie na cheloveka, chto eto takoe, chem opasen [Cesium-137 (radiocesium). Effects on humans, what it is, how dangerous it is] // Novosti mediciny [Medical news]. URL: <https://healthperfect.ru/tseziy-137.html>.
 20. Lebedev, S.V. Osobennosti sodержaniya himicheskikh elementov v tkanyah zhivotnykh pri razlichnom fiziologicheskoye sostoyanii (eksperimental'noe issledovanie) [Content of chemical elements in animal tissues at different physiological state (experimental study)] / S.V. Lebedev, L.V. Lizurchik // Molodoi uchenyi [Young Scientist]. - 2015. - № 1 (81). - P. 125-129.
 21. Semenova, A.A. Harakternye osobennosti nutrientnogo sostava vorkutinskoj oleniny, obuslovlennye usloviyami regiona proiskhozhdeniya [Characteristic features of the nutrient composition of the Vorkuta reindeer due to the conditions of the region of origin] / A.A. Semenova, O.K. Derevitskaya, A.S. Dydykin, M.A. Aslanova, N.L. Vostrikova [et al.] // Voprosy pitaniya [Nutrition Issues]. - 2019. - Vol.88. - № 5. - P.72-79.
 22. Nieminen, M. Reindeer husbandry in Finland Association of Reindeer Herders' Unions // Finnish Game and Fisheries Research Institute. Rovaniemi, 1993. Archive of the Naryan-Mar Agricultural Experiment Station (21.05.2022).
 23. Bezar, P. Composition of the late summer diet of semi-domesticated reindeer under different grazing conditions in northernmost Finland / P. Bezar, S. Brilland, J. Kumpula // Rangifer. 2015. 35(1), P. 39-52.
 24. Ilyina, L.A. Mesto obitaniya kak opredelyayushchij faktor formirovaniya mikrobioma rubca u severnykh oleney v Arkticheskoy Rossii [Habitat as a determinant of rumen microbiome formation in reindeer of the Arctic Russia] / L.A. Ilyina, K.A. Laishev, E.A. Yildirim, V.A. Filippova, T.P. Dulyashev [et al.] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. - 2019. - Vol. 54. - № 6. - P. 1177-1187.
 25. Ilyina, L.A. Sezonnnye izmeneniya mikrobioma rubca severnogo olenya v usloviyakh Rossijskoj Arktiki [Seasonal changes in rumen microbiome of reindeer in the Russian Arctic] / L.A. Ilyina, V.A. Filippova, K.A. Laishev, E.A. Yildirim, T.P. Dulyashev [et al.] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. - 2020. - Vol. 55. - №4. - P. 697-713.
 26. Normy i raciony kormleniya sel'skokozyajstvennykh zhivotnykh [Norms and feeding regimes of farm animals] / ed. by A.P. Kalashnikov [et al.]. - Moscow: Kolos. - 2003. - 456 p.
 27. Lugovaya, E.A. Regional'nye osobennosti elementnogo statusa zhitelej molodogo vozrasta i starshej vozrastnoj gruppy Respubliki Kareliya [Regional peculiarities of the elemental status of young and older residents of the Republic of Karelia] / E.A. Lugovaya, E.M. Stepanova, D.V. Varganova, I.A. Vinogradova, I.V. Smusenok [et al.] // Bulletin of the Kola Science Centre, RAS. - 2017. - Vol. 9. - № 4. - P.81-86.
 28. Hassan, I. Selected vitamins and essential elements in meat from semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus* L.) in Mid- and Northern Norway: Geographical Variations and Effect of Animal Population Density / I. Hassan, M. Torkjel, M. Sandanger // Ammar Ali Nutrients. - 2012. - 4. - P. 724-739; doi:10.3390/nu4070724.
 29. Petrenko, E.V. Mineral'nyj sostav rublennykh polufabrikatov iz oleniny [Mineral composition of minced semi-finished products of venison] / E.V. Petrenko, G.A. Gubanenko, E.A. Zaichenko, E.A. Demakova // Polzunovskiy vestnik [Polzunov Bulletin]. - 2021. - № 4. - P. 96-103.
 30. Laishev, K.A. Vliyanie razlichnykh faktorov na himicheskij sostav i kalorijnost' myasa domashnih severnykh oleney [The influence of various factors on the chemical composition and caloric value of meat of domestic reindeer] / K.A. Laishev, A.A. Yuzhakov, A.D. Mukhachev // Aktual'nye voprosy veterinarnoy biologii [Actual Issues of Veterinary Biology]. - 2021. - № 3 (51). - P. 62-67.
 31. USDA Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS) release. September 24, 2011 [Electronic resource]. URL: <https://fitaudit.ru/categories> (accessed 29.05.2022).
 32. Shelepov, V.G. Chemical composition of indigenous raw meats / V.G. Shelepov, V.A. Uglov, E.V. Boroday, V.M. Poznyakovskiy // Foods and Raw Materials. - 2019. - Vol. 7. - № 2. - P. 412-418.
 33. Lapshin, S.A. Novoe v mineral'nom pitanii sel'skokozyajstvennykh zhivotnykh [Something new in the mineral nutrition of farm animals] / S.A. Lapshin, B.D. Kalnitskiy, V.A. Kokoreva, A.F. Krisanov. - Moscow: Rosagropromizdat, 1988. - 208 p.
 34. Valdanov, V.N. Obmen magniya u severnogo olenya [Exchange of magnesium in reindeer] / V.N. Valdanov // Byulleten' NTI NII sel'skogo khozyajstva Krajnego Severa [Bulletin of the Research Institute of Agriculture of the Far North]. - Norilsk, 1972. - Vol. 2 (5). - P. 12-13.
 35. Rychkova, T.I. Fiziologicheskaya rol' magniya i znachenie ego deficita pri displazii soedinitel'noj tkani u detej [Physiological role of magnesium and the significance of its deficiency for connective tissue dysplasia of children] / T.P. Rychkova // Pediatriya im. G.N. Speranskogo [G.N. Speranskiy Pediatrics]. - 2011. - Vol. 90. - № 2. - P. 114-120.
 36. Eriksson, O. Heavy metals in reindeer and their forage plants / O. Eriksson, A. Frank, M. Nordqvist, L.R. Petersson // Rangifer, Special Issue № 3. - 1990. - P. 315-331.
 37. Unified State Register of Soil Resources of Russia [Electronic resource]. URL: <http://egrpr.esoil.ru/> (15.05.2022).
 38. Repina, I.V. Mineral'naya plotnost' kostej skeleta detej i podrostkov [Mineral density of skeletal bones of children and adolescents] / I.V. Repina, A.A. Sveshnikov, T.A. Larionova // Genij ortopedii [Orthopedic Genius]. - 2008. - № 2. - P. 108-113.
 39. Nikitinskaya, O.A. Rol' molochnykh produktov v podderzhanii kostnogo zdorov'ya [The role of dairy products in maintaining the bone health] / O.A. Nikitinskaya // Russkiy medicinskiy zhurnal [Russian Medical Journal]. [Electronic resource]. URL: <https://www.rmj.ru/> (15.05.2022).

40. Bulgakova, G.V. Rol' sootnosheniya kal'cij-fosfor v ko-rmlenii vysokoproduktivnyh korov [The role of calcium-phosphorus ratio for feeding high-yielding cows] / G.V. Bulgakova, A.V. Ivanov // Digest "Agriculture. Science and Practice". - Moscow, 2015. - P. 10-13.
41. Teplaya, G.A. Tyazhelye metally kak faktor zagryazneniya okruzhayushchej sredy (obzor literatury) [Heavy metals as an environmental pollution factor (literature review)] / G.A. Teplaya // Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya [Astrakhan Bulletin of Environmental Education]. - 2013. - № 1 (23). - P. 182-192.
42. Larionov, G.A. Migraciya tyazhelyh metallov v biologicheskoy cepi «pochva - rastenie - zhivotnoe» [Migration of heavy metals in the biological chain "soil - plant - animal"] / G.A. Larionov, E.P. Tsareva, N.V. Shchiptsova // Agrarnyj vestnik Urala [Agrarian Herald of the Urals]. - 2009. - № 6 (60). - P. 49-50.
43. Krylova, A.N. K voprosu opredeleniya rtuti pri sudebno-himicheskom analize pecheni i pochek cheloveka [About the mercury evaluation during the forensic-chemical analysis of liver and kidneys of human] / A.N. Krylova // Sudebno-medicinskaya ekspertiza [Forensic-Medical Examination]. - Moscow, 1965. - № 1. - P. 2-23.
44. Gulchak, F.Ya. Severnoe olenevodstvo [Northern reindeer breeding] / F.Ya. Gulchak. - Moscow, 1954. - 216 p.
45. Gorbachev, A.L. Vozrastnye perestrojki mikroelementnoj sistemy cheloveka kak biohimicheskij mekhanizm stareniya [Age rearrangement of the human microelement system as a biochemical mechanism of aging] / A.L. Gorbachev, E.A. Lugovaya // Severo-Vostochnyj nauchnyj zhurnal [North-Eastern Scientific Journal]. - 2010. - № 1. - P. 54-62.
46. Moskalev, Yu.I. Radiobiologiya inkorporirovannyh radionuklidov [Radiobiology of incorporated radionuclides] / Yu.I. Moskalev. - Moscow: Energoatomizdat, 1989. - 262 p.
47. Rissanen, K. Radiocesium in lichens and reindeer after the Chernobyl accident / K. Rissanen, T. Rahola // Rangifer. - 1990. - 10(3). - P. 55-61.

Благодарность (госзадание)

Автор искренне благодарит Н.Я. Каневу СПК «Харп», А.Г. Терентьева СПК «Ижемский оленевод и Ко», М.Е. Магарчука СПК «Путь Ильича» и П.А. Хабарова СПК Коопхоз «ЕРВ» за помощь в предоставлении материалов, а также бригадиров СПК «Путь Ильича» И.А. Лагейского и Н.М. Валей, зав. убойным пунктом Я.В. Лещика за участие в выполнении НИР. Исследование выполнено за счет средств договора с НОЦ мирового уровня «Российская Арктика» Д-1542.2022.

Информация об авторе:

Романенко Татьяна Михайловна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; Scopus Author ID: 57188695774, <https://orcid.org/0000-0003-0034-7453> (Институт агробиотехнологий Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»; 167023, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: nmshos@yandex.ru).

About the author:

Tatiana M. Romanenko – Candidate of Sciences (Biology), Leading Researcher, Institute of Agrobiotechnologies FRC Komi SC UB RAS; Scopus Author ID: 57188695774, <https://orcid.org/0000-0003-0034-7453> (Institute of Agrobiotechnologies, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 27 Rucheynaya St., Syktyvkar, 167023, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: nmshos@yandex.ru).

Для цитирования:

Романенко, Т.М. Элементный статус адаптивного состояния телят северных оленей в экологических условиях Большеземельской тундры / Т.М. Романенко // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». - 2022. - № 6 (58). - С. 13-22. УДК 636.294:637.5.04/07. DOI 10.19110/1994-5655-2022-6-13-22

For citation:

Romanenko, T.M. Elementnyj status adaptivnogo sostoyaniya telyat severnyh oleney v ekologicheskikh usloviyah Bol'shezemel'skoj tundry [Elemental status of the adaptive state of reindeer calves in the ecological conditions of the Bolshezemel'skaya tundra] // Proceedings of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". - 2022. - № 6(58). - P. 13-22. DOI 10.19110/1994-5655-2022-6-13-22

Дата поступления рукописи: 22.06.2022

Прошла рецензирование: 02.11.2022

Принято решение о публикации: 02.11.2022

Received: 22.06.2022

Reviewed: 02.11.2022

Accepted: 02.11.2022