

**100-летие Всероссийского НИИ охотничьего хозяйства
и звероводства им. профессора Б.М. Житкова:
Биоресурсы и природопользование**

УДК 639.111.16:612.11/.12

doi: 10.15389/agrobiology.2023.2.288rus

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
КРОВИ ЛОСЕЙ (*Alces alces* Linnaeus, 1758) ИЗ РАЗНЫХ
ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП***

М.А. КОШУРНИКОВА[✉], И.А. ДОМСКИЙ, Ю.А. БЕРЕЗИНА, А.В. ЭКОНОМОВ

Лось — перспективный вид для фермерского охотничьего хозяйства, отличающийся высокой скоростью роста, а также широкими возможностями хозяйственного использования для получения мяса и молока. В России и мире существуют единичные исследования биохимических показателей крови лосей (S.A. Becker с соавт., 2010; A.W. Franzmann с соавт., 1978; M.A. Keech с соавт., 1998; V. Reshetnyak с соавт., 2021; M.K. Rostal с соавт., 2012). Составление их референсного диапазона необходимо для оценки физического состояния животных, качества питания, среды обитания, воздействия стрессоров, влияния инфекционных и инвазионных заболеваний (A.A. Cunningham с соавт., 1998; P. Daszak с соавт., 1999; W.F. Frick с соавт., 2010). В настоящей работе впервые установлены биохимические показатели крови лосей из разных половозрастных групп. Цель работы — определение биохимических показателей крови у лосей разного пола и возраста, обитающих на территории Кировской области. Цельную кровь брали у животных ($n = 90$), добытых в сезоны охоты 2006-2020 годов. Отбор проб проводили с октября по декабрь в научно-опытном охотничьем хозяйстве ФГБНУ Всероссийского НИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова (Кировская обл.). Все животные были дикими и свободно передвигались, питаясь местной растительностью. Исследовали цельную кровь от следующих половозрастных групп: 20 молодых самок в возрасте 6-7 мес; 20 взрослых самок в возрасте 2,5-7 лет; 20 молодых самцов в возрасте 6-7 мес; 30 взрослых самцов в возрасте 2,5-7 лет. Все животные считались клинически здоровыми. Образцы крови брали из яремной вены, которую перерезали сразу после отстрела животного. Исследования сыворотки крови проводили на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Biochem SA («High Technology, Inc.», США). Анализ включал определение активности аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы (ЛДГ), альфа-амилазы, содержания общего белка, альбумина, общего билирубина, прямого билирубина, креатинина, мочевины, холестерина, глюкозы. В сыворотке крови взрослых лосей отмечали высокую активность АСТ (у самок и самцов соответственно $253,8 \pm 52,38$ и $250,9 \pm 47,52$ Ед/л) и альфа-амилазы ($29,2 \pm 7,20$ и $32,0 \pm 8,77$ Ед/л), высокое содержание креатинина ($183,9 \pm 18,59$ и $182,1 \pm 23,66$ ммоль/л), мочевины ($6,2 \pm 0,82$ и $5,9 \pm 0,87$ ммоль/л). У молодых особей показатели по АСТ ($161,2 \pm 28,30$ и $160,0 \pm 30,92$ Ед/л), альфа-амилазе ($24,6 \pm 4,91$ и $23,2 \pm 5,46$ Ед/л), содержанию креатинина ($152,8 \pm 20,32$ и $149,1 \pm 23,78$ ммоль/л), мочевины ($2,4 \pm 0,63$ и $2,6 \pm 0,98$ ммоль/л) были значительно ниже, но активность АЛТ ($60,8 \pm 6,42$ и $58,7 \pm 6,74$ Ед/л), щелочной фосфатазы ($230,4 \pm 40,79$ и $222,2 \pm 31,14$ Ед/л), ЛДГ ($805,2 \pm 185,57$ и $822,9 \pm 237,13$ Ед/л) и содержание глюкозы ($6,3 \pm 1,01$ и $6,3 \pm 1,03$ ммоль/л) были выше. Взрослые животные характеризовались меньшими показателями по АЛТ ($43,6 \pm 7,35$ и $41,9 \pm 6,33$ Ед/л), щелочной фосфатазе ($69,3 \pm 12,62$ и $69,9 \pm 11,31$ Ед/л), ЛДГ ($614,1 \pm 98,11$ и $598,2 \pm 129,37$ Ед/л), глюкозе ($5,3 \pm 1,02$ и $5,3 \pm 1,14$ ммоль/л). Установлены статистически значимые ($p < 0,05$) различия в содержании общего белка в сыворотке крови между взрослыми самками ($57,4 \pm 7,48$ г/л) и самцами ($68,1 \pm 4,93$ г/л). У молодых самок была обнаружена средняя корреляция между содержанием общего и прямого билирубина ($r = 0,57$, $p = 0,01$), у взрослых самок — между активностью АСТ и щелочной фосфатазы ($r = 0,50$, $p = 0,02$) и между активностью АСТ и ЛДГ ($r = 0,66$, $p = 0,00$). Показано статистически значимое ($p < 0,05$) влияние возраста на активность АСТ, АЛТ, щелочной фосфатазы, ЛДГ, содержание альфа-амилазы, прямого билирубина, креатинина, мочевины и глюкозы, а также пола животных на содержание общего белка. Выявлена зависимость активности АСТ, АЛТ, щелочной фосфатазы, ЛДГ, альфа-амилазы, содержания общего белка, прямого билирубина, креатинина, мочевины и глюкозы от массы тела. Приведенные в работе биохимические значения имеют схожую тенденцию по большинству показателей с результатами, полученными на других парнокопытных в дикой природе. Различия обусловлены видом животных, условиями обитания, питанием, возрастом, полом, а также методом, применяемым при отборе крови.

Ключевые слова: лось, самки, самцы, возрастные группы, биохимические показатели крови, сыворотка крови.

* Исследования выполнены при финансовой поддержке Программ ФНИ государственных академий наук FSZZ-2019-0001 (AAAA-A19-119020190132-5).

Фермерское охотничье хозяйство выделилось в последнее десятилетие в отдельное направление, предусматривающее содержание животных в полувольных условиях и искусственной среде обитания, что требует проведения охотхозяйственных и ветеринарных мероприятий. В этой связи лось (*Alces alces* Linnaeus, 1758) представляет собой перспективный вид, который отличается высокой скоростью роста и широкими возможностями хозяйственного использования для получения диетического мяса и целебного молока (1).

Биохимический фактор влияет на приспособляемость организма животных к условиям внешней среды. Изменения ферментативных реакций позволяют успешно справляться с неблагоприятными факторами или с их колебаниями. Биохимические особенности, выявленные у различных организмов, стали понятны и доступны изучению лишь на фоне современных достижений биохимии. Именно биохимическая адаптация позволяет видам, обитающим в разных природных условиях, сохранять внешнее сходство (2).

Базовые значения биохимических показателей крови необходимы для оценки физического состояния (работа внутренних органов, обмен веществ) и здоровья животных как на популяционном, так и на индивидуальном уровне, качества питания и среды обитания, воздействия антропогенных и экологических стрессоров, потенциального влияния существующих и вновь возникающих заболеваний инфекционной и инвазионной природы, а также для определения соответствующих стратегий борьбы с ними (3-7). Кроме того, биохимические показатели крови позволяют оценить характер обмена веществ лосей разных возрастов в зависимости от условий среды обитания (8).

Даже у здорового животного, находящегося в относительно хорошем физическом состоянии, недостаток питательных веществ может создать физиологический дисбаланс, который влияет на производительность популяции (9, 10). Доказано, что ограничение питательных веществ и их дефицит для лосей, особенно в зимний период, приводит к снижению репродуктивной функции и выживаемости, особенно среди молодняка (11-14).

При составлении референсного диапазона важно учитывать наличие болезней у изучаемых животных, что может повлиять на результаты исследований, особенно у особей с инфекционными или инвазионными заболеваниями, железодефицитными анемиями, некоторыми видами рака и другими системными заболеваниями (15-17). Различные состояния организма также будут оказывать влияние на биохимические показатели крови. Например, у истощенных жвачных происходит снижение содержания альбумина, лактатдегидрогеназы (ЛДГ), гамма-глутаминтрансферазы (ГГТ) и креатининфосфокиназы (КФК), повышение — креатинина и мочевины (из-за мышечного катаболизма), а также изменение количества бета-гидромасляной кислоты. Ожирение вызывает повышение содержания глюкозы и триглицеридов (18).

Несмотря на то, что отбор проб от животных в природе достаточно сложен, а иногда практически невозможен, базовые диапазоны биохимических показателей крови установлены для некоторых диких видов (19).

Исследования биохимических показателей у лосей в России и мире единичны (20-25). Значения химических показателей были выведены из небольшого количества проб с отсутствием половозрастных различий, получены разными методами от добытых, пойманных, обездвиженных особей или от животных, содержащихся в неволе, поэтому не могут быть репрезентативными в полном объеме, но тем не менее представляют научную цен-

ность, и подобные исследования должны быть продолжены.

В настоящей работе впервые установлены биохимические показатели крови лосей из разных половозрастных групп.

Цель работы — изучение биохимических показателей крови у лосей разного пола и возраста, обитающих на территории Кировской области.

Методика. Цельную кровь брали у животных ($n = 90$), добытых в сезоны охоты 2006–2020 годов. Отбор проб проводили с октября по декабрь в научно-опытном охотничьем хозяйстве ФГБНУ Всероссийского НИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. профессора Б.М. Житкова (Кировская обл.), расположенном в северной части ареала обитания лосей (северо-восток Европейской части России; $58^{\circ}33'04''N$, $50^{\circ}43'42''E$). Общая площадь хозяйства — 66250 га. Климат континентальный с умеренно холодной зимой и теплым летом. Все животные были дикими и свободно передвигались, питаясь местной растительностью.

Исследовали цельную кровь от следующих половозрастных групп: 20 молодых самок в возрасте 6–7 мес; 20 взрослых самок в возрасте 2,5–7 лет; 20 молодых самцов в возрасте 6–7 мес; 30 взрослых самцов в возрасте 2,5–7 лет. Все животные считались клинически здоровыми (на момент отбора проб признаки болезней отсутствовали; состояние здоровья животных оценивал ветеринарный врач, который входит в состав охотничьего коллектива). Масса тела — 127,0–185,0 кг ($158,6 \pm 23,97$ кг) у молодых самок, 363,0–432,0 кг ($391,8 \pm 29,04$ кг) у взрослых самок, 178,0–201,5 кг ($191,2 \pm 10,58$ кг) у молодых самцов, 280,0–420,5 ($340,9 \pm 53,36$ кг) у взрослых самцов.

Кровь для исследования брали из яремной вены (*venae jugularis*), которую перерезали сразу после отстрела животного; каких-либо медицинских препаратов не применяли. Смерть животного от огнестрельного ранения происходила молниеносно, или в большинстве случаев агональный период не превышал нескольких минут (это соответствовало молниеносному темпу умирания, при котором агональный период составляет не более 15–30 мин). Кровь собирали в вакуумные пробирки UNIVAC («Эйлитон», Россия) по 4 мл с активатором свертывания. До отправки в лабораторию (16–24 ч) кровь хранили в холодильнике при температуре $4^{\circ}C$. Гемолизированные образцы отбраковывали во избежание аналитических ошибок.

В лаборатории кровь центрифугировали при 1500 об/мин в течение 20 мин (центрифуга Liston C 2204, «Листон», Россия). Исследования сыворотки крови проводили сразу после доставки на полуавтоматическом биохимическом анализаторе Biochem SA («High Technology, Inc.», США) с набором реагентов («Эко-Сервис», Россия) для определения активности аспартатаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы (ЛДГ), альфа-амилазы, содержания общего белка, альбумина, общего билирубина, прямого билирубина, креатинина, мочевины, холестерина, глюкозы.

Статистический анализ осуществляли с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2019 и Statgraphics (19-X64) общепринятыми методами (26). Для описания выборок определяли средние значения (M), стандартные отклонения ($\pm SD$), медианы (Me), 25 % и 75 % процентиля. При сравнении показателей между группами применяли непараметрический критерий (U) Вилкоксона-Манна-Уитни. Связи между признаками оценивали с помощью ранговой корреляции по Спирмену. Для оценки влияния трех факторов (возраст, пол, масса тела) на биохимические показатели крови применяли одно- и многофакторный дисперсионный анализ (ANOVA, MANOVA). Влияние фактора считалось статистически значимым при $p < 0,05$.

Результаты. Результаты биохимических исследований сыворотки

крови лосей различных половозрастных групп приведены в таблице.

Биохимические показатели сыворотки крови лосей (*Alces alces* Linnaeus, 1758) разных половозрастных групп (Кировская обл., 2006–2020 годы)

Показатель	Молодняк до 1 года, ♀ (n = 20)	Взрослые, ♀ (n = 20)	Молодняк до 1 года, ♂ (n = 20)	Взрослые, ♂ (n = 30)
Аспаратаминотрансфераза, Ед/л:				
Min-max	117,5-219,1	157,1-341,6	120,2-207,5	162,3-342,5
M±SD	161,2±28,30	253,8±52,38	160,0±30,92	250,9±47,5
Me	155,6 ^a	244,1 ^a	154,7 ^a	243,3 ^a
25 %-75 %	146,9-178,9	219,6-296,0	131,6-193,5	208,4-299,4
Аланинаминотрансфераза, Ед/л:				
Min-max	47,2-72,0	29,4-55,4	48,0-71,2	30,4-53,2
M±SD	60,8±6,42	43,6±7,35	58,7±6,74	41,9±6,33
Me	61,9 ^a	44,2 ^a	57,2 ^a	40,6 ^a
25 %-75 %	56,4-63,9	39,1-49,7	54,8-64,7	38,3-46,9
Щелочная фосфатаза, Ед/л:				
Min-max	165,2-296,0	49,0-89,1	169,2-270,8	46,6-88,3
M±SD	230,4±40,79	69,3±12,62	222,2±31,14	69,9±11,31
Me	232,0 ^a	69,0 ^a	219,1 ^a	70,4 ^a
25 %-75 %	197,7-269,2	57,5-79,3	200,9-253,8	61,4-79,2
Лактатдегидрогеназа, Ед/л:				
Min-max	502,9-1118,6	417,0-803,0	504,9-1222,0	380,5-864,1
M±SD	805,2±185,57	614,9±98,11	822,9±237,13	598,2±129,37
Me	847,5 ^a	622,9 ^a	778,2 ^a	594,4 ^a
25 %-75 %	700,4-926,2	558,3-672,1	659,3-1062,7	515,3-699,6
Альфа-амилаза, Ед/л:				
Min-max	16,9-35,9	17,1-41,6	15,3-34,6	18,9-47,6
M±SD	24,6±4,91	29,2±7,20	23,2±5,46	32,0±8,77
Me	24,3 ^c	27,3 ^c	23,4 ^a	32,2 ^a
25 %-75 %	21,3-27,0	24,7-35,2	19,4-25,9	31,3-35,1
Общий белок, г/л:				
Min-max	46,5-83,0	45,4-70,1	45,5-86,1	59,4-79,4
M±SD	61,6±9,91	57,4±7,48	66,4±13,53	68,1±4,93
Me	62,0	57,8 ^d	70,5	68,7 ^d
25 %-75 %	53,75-67,0	52,4-62,0	53,2-77,8	63,4-71,4
Альбумин, г/л:				
Min-max	33,0-49,1	30,9-53,8	32,2-53,3	33,4-53,2
M±SD	40,9±4,48	43,7±5,62	42,9±6,94	42,3±5,65
Me	41,8	44,9	42,9	41,5
25 %-75 %	38,2-43,7	40,2-46,5	36,0-50,0	38,8-46,6
Общий билирубин, ммоль/л:				
Min-max	5,6-10,9	6,7-10,7	5,6-10,1	6,5-11,5
M±SD	7,9±1,54	8,6±1,02	8,4±1,11	9,1±1,43
Me	8,0	8,5	8,4	9,2
25 %-75 %	6,3-9,1	8,1-9,3	7,6-9,3	8,3-10,1
Прямой билирубин, ммоль/л:				
Min-max	1,45-3,7	1,6-3,7	0,9-3,8	1,3-4,0
M±SD	2,6±0,60	2,6±0,55	2,4±0,90	2,7±0,79
Me	2,6	2,7	2,4	2,8
25 %-75 %	2,3-3,1	2,2-2,9	1,8-2,8	2,1-3,3
Креатинин, ммоль/л:				
Min-max	117,7-180,7	156,4-225,7	109,3-180,4	126,3-223,2
M±SD	152,8±20,32	183,9±18,59	149,1±23,78	182,1±23,66
Me	155,1 ^c	185,7 ^c	142,9 ^c	181,2 ^c
25 %-75 %	139,8-169,5	169,6-195,3	133,3-173,0	167,5-200,1
Мочевина, ммоль/л:				
Min-max	1,3-3,7	4,8-7,4	1,0-4,0	4,2-7,3
M±SD	2,4±0,63	6,2±0,82	2,6±0,98	5,9±0,87
Me	2,2 ^c	6,4 ^c	2,2 ^c	6,0 ^c
25 %-75 %	2,0-2,8	5,5-7,0	1,9-3,6	5,3-6,7
Холестерин, ммоль/л:				
Min-max	0,5-0,8	0,2-0,9	0,3-0,7	0,2-0,8
M±SD	0,6±0,09	0,5±0,18	0,5±0,10	0,5±0,14
Me	0,6	0,5	0,5	0,5
25 %-75 %	0,5-0,7	0,4-0,7	0,4-0,6	0,4-0,6
Глюкоза, ммоль/л:				
Min-max	4,2-7,6	3,6-7,2	4,9-7,7	3,3-7,9
M±SD	6,2±1,01	5,3±1,02	6,3±1,03	5,3±1,14
Me	6,3 ^b	5,2 ^b	5,9 ^b	5,3 ^b
25 %-75 %	5,7-7,2	4,5-6,0	5,5-7,5	4,8-6,0

^{a, b, c} Различия между молодняком и взрослыми особями статистически значимы соответственно при p = 0,000, p = 0,003, p = 0,03; ^d различия между самками и самцами статистически значимы при p = 0,000.

У молодых самок была установлена средняя корреляция между содержанием общего и прямого билирубина ($r = 0,57$, $p = 0,01$), у взрослых самок — между активностью АСТ и щелочной фосфатазы ($r = 0,50$, $p = 0,02$) и между активностью АСТ и ЛДГ ($r = 0,66$, $p = 0,00$).

Следует отметить, что на биохимические показатели крови могут оказывать влияние различные факторы. Проведенный одно- и многофакторный анализ (ANOVA, MANOVA) позволил установить влияние физиологических факторов (возраст, пол, масса). По результатам тестирования MANOVA было выявлено достоверное влияние возраста на активность АСТ ($p = 0,00$), АЛТ ($p = 0,00$), щелочной фосфатазы ($p = 0,00$), ЛДГ ($p = 0,00$), альфа-амилазы ($p = 0,00$), уровень прямого билирубина ($p = 0,01$), креатинина ($p = 0,00$), мочевины ($p = 0,00$) и глюкозы ($p = 0,00$). Доказано статистически значимое влияние пола на количество общего белка ($p = 0,00$).

Исследованные нами особи из разных половозрастных групп значительно различались по массе тела. С помощью ANOVA установлена зависимость следующих биохимических параметров от массы тела: активность АСТ ($p = 0,00$), АЛТ ($p = 0,00$), щелочной фосфатазы ($p = 0,00$), ЛДГ ($p = 0,00$), альфа-амилазы ($p = 0,00$), содержание общего белка ($p = 0,00$), прямого билирубина ($p = 0,01$), креатинина ($p = 0,00$), мочевины ($p = 0,00$) и глюкозы ($p = 0,00$).

В связи с немногочисленными публикациями сведений по биохимическим показателям крови лосей и отсутствием в них половых и возрастных разграничений мы сочли возможным сравнить наши данные с полученными для других видов подотряда Жвачные (*Ruminantia*). При сопоставлении с результатами зарубежных и отечественных исследователей были выявлены некоторые различия, но тенденция в отношении взрослых животных и молодняка до 1 года оказалась схожа по большинству показателей.

АСТ и АЛТ играют важную роль в аминокислотном обмене, а их наибольшая активность наблюдается в скелетной мускулатуре, миокарде и печени. В наших исследованиях установлены достоверные возрастные различия по содержанию АСТ, АЛТ, щелочной фосфатазы, ЛДГ.

М.К. Rostal с соавт. (25), изучавшие биохимические показатели крови у лосей в Норвегии, описывали схожую с нашими результатами тенденцию по биохимии крови, но в их исследованиях животных не различали по полу. Так, активность АСТ у молодняка и взрослых особей составила в среднем 130,0 Ед/л, что ниже полученных нами значений соответственно на 16,2 и 46,7 %. Содержание АЛТ у молодняка и у взрослых также было ниже на 44,5 (33,0 Ед/л) и 36,3 % (27,0 Ед/л). Из работы S.A. Becker с соавт. (21), исследовавших показатели крови у взрослых самок ширасского лося (*A. a. Shirasi* Nelson, 1914) на северо-западе штата Вайоминг (США), известно, что содержание АСТ у взрослых самок было ниже значений в нашем исследовании на 57,5 % (103,7 Ед/л). A.L. Miller с соавт. (27) изучали биохимический состав сыворотки крови у взрослых особей норвежского дикого северного оленя (*Rangifer tarandus* Linnaeus, 1758), находившегося на свободном выгуле, на юго-западе Норвегии. Их результаты также представлены без учета пола животных. Концентрации АСТ и АЛТ были ниже, чем у нас, соответственно на 60,7 (96,0 Ед/л) и 23,1 % (34,0 Ед/л).

Для дифференциальной диагностики различных патологий большое значение имеет коэффициент де Ритиса. Рассчитав соотношение активности ферментов АСТ и АЛТ, мы установили, что оно однонаправленно увеличивалось с возрастом животных. У молодняка до 1 года этот показатель находился у верхней границы нормы для домашних коров (*Bos taurus taurus* Linnaeus, 1758) (28) (самки — 2,5, самцы — 2,7). У взрослых животных он

составил соответственно 5,5 и 6,0, что можно объяснить увеличением метаболической нагрузки на скелетные мышцы и миокард при преследовании животных на охоте.

А.Э. Вебер с соавт. (29) установили, что в сыворотке крови лосей активность ферментов переаминирования АСТ и АЛТ меняется по сезонам года: она была максимальной весной, минимальной — осенью. Весенний подъем обусловлен усиленным поступлением и утилизацией аммиака, а также высокой активностью белкового обмена. Осенью интенсивность трансаминирования значительно снижается, что, видимо, связано с затуханием синтетических процессов в организме. Кроме того, по данным М. Кошеоглу с соавт. (30), гемолиз вызывает значительное повышение содержания АСТ. Очевидно, что параметры должны быть интерпретированы с учетом этого фактора.

Общая активность щелочной фосфатазы в циркулирующей крови здоровых животных складывается из активности печеночных и костных изоферментов, которая наиболее велика у растущих животных (31). Щелочная фосфатаза участвует в формировании скелета в процессе онтогенетического развития. Наши данные этим утверждениям соответствуют. Показатели у молодняка и взрослых лосей из Норвегии превышали полученные нами значения активности щелочной фосфатазы на 20,0 % (25), у взрослых самок ширасского лося (21) и норвежского северного оленя (27) — более чем на 70,0 %. По данным Е.В. Громыко (32), у коров физиологическая норма содержания щелочной фосфатазы составляет 55,0–80,0 Ед/л.

Следует отметить, что важнейшее значение в формировании дыхательной функции крови в онто- и филогенезе имеет развитие скелета и опорно-двигательного аппарата (33). У новорожденных млекопитающих активен весь красный костный мозг, именно в нем осуществляется гемопоэз, тогда как у взрослых животных определенная его часть замещается на желтый жировой костный мозг (34).

По данным исследователей, изучающих физиологию лосей в Печоро-Илычском заповеднике (Республика Коми), новорожденные лосята растут очень быстро. Сопоставление интенсивности роста лосят и молодняка крупного рогатого скота показывает, что отношение прироста к массе тела в 1-й мес жизни у лосят составляет 50,8 (35), у телят — 31,3 (36). По данным А.Э. Кнорре (37), относительный прирост массы тела лосят в 2 раза выше, чем у телят. То есть удвоение массы тела быстрее происходит у тех видов, у которых в молоке выше концентрация белка и зольных элементов (кальция, фосфора), необходимых для формирования скелета и мускулатуры. Среди копытных животных это лось и северный олень (38). Относительная скорость роста достигает пика в 3-месячном возрасте. Осенью при переходе на веточный корм рост лосят резко замедляется. Интенсивность роста за первое полугодие жизни у лосят достигает 1500 %, а у крупного рогатого скота 400–407,0 % (39). Высокие темпы роста и активный метаболизм, становление физиологической зрелости органов и систем лосят в летний период определяют успешность их выживания зимой, когда питание ограничено веточным бедным белком кормом, и служат доказательством адаптивной пластичности организма лося. Кроме того, быстрое развитие опорно-двигательного аппарата имеет важное значение для более эффективной дыхательной функции крови.

Лактатдегидрогеназа — фермент, катализирующий обратимое превращение лактата в пируват в процессе гликолиза. Высокая активность ЛДГ присуща многим тканям, в первую очередь печени, скелетным мышцам, миокарду, а также легочной ткани, почкам, поджелудочной железе и

желудку. A.W. Franzmann с соавт. (22) показали, что содержание ЛДГ значительно выше у молодых животных. Такая же тенденция прослеживалась в наших исследованиях, а также в других работах (21, 25). Кроме того, в бычьей крови зафиксированы значительные изменения содержания ЛДГ при хранении. Так, этот показатель в сыворотке крови крупного рогатого скота повышается после 24 ч хранения в холодильнике (25). Исследования человеческой крови показали аналогичное повышение количества ЛДГ в охлажденных сыворотках, хранившихся в течение 7 сут (40). В указанных работах другие биохимические параметры крови существенно не изменились.

Альфа-амилаза — гидролитический фермент, расщепляющий сложные углеводы до мальтозы и глюкозы. В наших исследованиях активность альфа-амилазы статистически значимо ($p < 0,05$) повышалась с возрастом животных. У взрослых лосей она оказалась выше на 11,1 % у самок и на 27,3 % у самцов, чем у молодняка, что свидетельствует о более интенсивном углеводном обмене у взрослых особей по сравнению с молодняком. В исследованиях М.К. Rostal с соавт. (25) такая тенденция не выявлена, концентрация альфа-амилазы у молодняка и взрослых особей не имела статистически значимых различий с показателями у взрослых лосей из Кировской области. Активность альфа-амилазы у норвежского северного оленя превышала полученные нами значения на 33,8 % (45,0 Ед/л).

Соответствие белкового питания биологическим потребностям организма оценивается по концентрации общего белка и его фракций в сыворотке крови. Установленное нами достоверно более высокое содержание общего белка в крови у взрослых самцов ($p < 0,05$), по-видимому, было связано со стимулированием его синтеза мужским стероидным гормоном тестостероном. Кроме того, высокая концентрация альбумина в крови свидетельствует об активации процессов создания энергетических и пластических резервов организма в летний и осенний периоды (41). Различия в рационе и сезоне отбора проб также могли отражаться на показателях общего белка в наших опытах (на 32,0 % ниже) по сравнению с теми, о которых сообщали S.A. Becker с соавт. (21). В осенний и зимний периоды происходит снижение концентрации общего белка в сыворотке крови, что указывает на меньшее, чем летом, обеспечение организма азотом при питании веточным кормом (29). Кроме того, причинами гипопроотеинемии могут быть белковое голодание, плохое усвоение протеинов из корма, а также мобилизация белков как источников энергии (42). У норвежских лосей (25) и северного оленя (27) концентрация общего белка у молодняка и взрослых особей практически не отличалась от наших результатов. По данным Е.В. Громыко (32), физиологическая норма содержания общего белка у коров составила 70,0-80,0 г/л, что, вероятно, связано с включением в рацион животных дополнительного белка за счет кормовых добавок.

Пигмент билирубин — конечный продукт распада гемоглобина. Показатель общего билирубина включает в себя общее содержание прямого и непрямого билирубина. Прямой билирубин — обработанный печенью непрямого билирубин, который в дальнейшем выводится из организма животных с желчью. В наших исследованиях содержание общего и прямого билирубина не имело статистически значимых различий и более чем на 60,0 % отличалось от концентрации общего билирубина в работах других исследователей (25). Эти различия могут свидетельствовать о степени процессов распада гемоглобина в организме животных.

Креатинин — конечный продукт метаболизма, который диффундирует в кровотоки и затем свободно фильтруется клубочками почек. Мы отмечаем изменения количества креатинина в зависимости от возраста

животных. Снижение содержания креатинина было установлено у молодняка, поскольку он имел меньшую мышечную массу по сравнению со взрослыми животными (43). Концентрация креатинина в наших исследованиях была сопоставима со значениями, полученными у лосей (25) и северных оленей (27) из Норвегии.

Мочевина — главный конечный продукт белкового обмена, синтезирующийся печенью из аминокислот в цикле Кребса с участием ферментных систем. У молодых животных в связи с повышенным синтезом белка количество мочевины несколько снижено по сравнению с нормой для взрослых (44). Различия в концентрации мочевины между взрослыми животными и молодняком также могут быть объяснены неодинаковым питанием, поскольку телята и взрослые животные поедают разные растения. Следовательно, уменьшение потребления белка может привести к снижению уровня мочевины (25). Недостаток питательных веществ и голодание — важные факторы, влияющие на содержание мочевины в крови, в частности, как сообщали A.L. Miller с соавт. (27), низкие показатели были отмечены у полудомашних северных оленей при плохих условиях питания.

Сравнение с результатами других работ показало, что концентрация мочевины в сыворотке крови у взрослых лосей из Кировской области на 40 % выше, чем у лосей из Норвегии (25), и на 26,8 % выше, чем у северных оленей (27). У коров установлена физиологическая норма содержания мочевины, равная 3,0-5,6 ммоль/л (32). По данным А.Э. Вебер с соавт. (29), высокое содержание мочевины в крови лосей свидетельствует о напряженности белкового обмена, в отличие от домашних коров, осенью у лосей количество мочевины не снижается, что связано с повышенной румено-гепатической циркуляцией азота.

В целом считается, что повышение количества белка в крови и снижение мочевины свидетельствуют об улучшении обмена азота. Ухудшение обмена азота сопровождается увеличением содержания мочевины и уменьшением концентрации общего белка (29).

Холестерин — это амфипатический липид, синтезируемый всеми клетками организма, но основная часть продукции приходится на клетки печени и выводится с желчью. Во всех исследованных нами половозрастных группах лосей мы не установили статистически значимых различий в интенсивности липидного обмена. К таким же выводам пришли M.K. Rostal с соавт. (25), но в их исследованиях, как и в работе A.L. Miller с соавт. (27), концентрация холестерина в крови составляла в среднем соответственно 1,3 и 1,5 ммоль/л.

Глюкоза — ведущий диагностический показатель состояния углеводного обмена. Концентрация глюкозы в крови — это производная активности процессов гликогенеза, гликогенолиза, глюконеогенеза и гликолиза. Следует отметить, что содержание глюкозы в сыворотке крови лосей в нашей работе в 2,5 раза превышало этот показатель у домашних коров (32). По данным А.Э. Вебер с соавт. (29), особенность углеводно-энергетического обмена у лосей по сравнению с домашними жвачными животными заключается в высокой концентрации глюкозы в крови и в том, что этот показатель варьирует в разные месяцы. Так, в мае-июне он составляет 4,6 ммоль/л, в июле достигает 5,3 ммоль/л, а к октябрю вследствие меньшей интенсивности обменных процессов становится на треть ниже — 3,4 ммоль/л. Высокое содержание глюкозы в крови у лосей, вероятно, обусловлено повышенной ролью гликолитической системы энергообеспечения этих животных. Зимой это связано с высокой потребностью в энергии на фоне замедленного аэробного окисления, а летом — с биохимическим адаптациям

мышц к быстрым переходам от покоя к движению. В итоге обмен углеводов у лосей характеризуется высокой интенсивностью глюконеогенеза не только за счет алиментарных глюкогенных соединений, но и вследствие гормональной регуляции.

Также установлено, что источником тепла при термогенезе, активируемом гормонами щитовидной железы, служит концевая богатая энергией связь АТФ. Расщепление этой связи катализируется Na^+K^+ -АТФазной системой мембран калоригенных тканей — скелетных мышц, печени и почек. Например, после введения гормонов щитовидной железы активность АТФазной системы возрастает и наряду с этим увеличивается образование тепла в организме (2).

Как известно, концентрация глюкозы в крови повышается в ответ на симпатическую стимуляцию. Симпатическая нервная система сужает кровеносные сосуды и повышает артериальное давление, тем самым отводит кровь от органов, чьи функции в стрессовой ситуации необязательны для выживания организма, и, напротив, увеличивает приток крови к жизненно важным и необходимым во время стресса скелетным мышцам. Также повышенные значения глюкозы в сыворотке крови в нашей работе и у взрослых самок и самцов норвежского дикого северного оленя (27) могут быть обусловлены гипергликемическими эффектами катехоламинов и глюкокортикоидов, высвобождающихся при преследовании животных во время охоты. К аналогичным выводам приходят и другие исследователи (45-47). Кроме того, высокое содержание глюкозы у лосей из Кировской области и северных оленей из Норвегии по сравнению с домашними жвачными животными облегчает выживание в суровых зимних условиях (19, 27, 48).

По данным А.Ю. Ковтуненко (49), при воздействии на домашних коров отрицательной температуры $-20\text{ }^\circ\text{C}$ отмечены достоверные изменения биохимических показателей крови. В частности, содержание глюкозы увеличилось на 36,2 %, билирубина — на 76,7 %, активность АЛТ — на 79,3 %, АСТ — на 221,0 % по сравнению с контролем.

Метод добычи диких животных определяет изменения в биохимических параметрах сыворотки крови и должен учитываться при оценке или сравнении ее состава у животных из разных групп или между разными исследованиями (19). В нашем случае смерть животного от огнестрельного ранения происходила молниеносно или агональный период не превышал нескольких минут. Ряд авторов (50-53) сообщают, что в таком случае отек легких и мозга отсутствует или незначительно выражен. Отмечено полнокровие капиллярного русла внутренних органов, кровоизлияния в ткани без реактивных изменений. Полностью отсутствуют признаки диссеминированного внутрисосудистого свертывания и проявления респираторного дистресс-синдрома. Признаки шоковой перестройки гемодинамики не регистрируются. Спазмированы специализированные замыкающие артерии легких и мозга. Е.К. Рергу с соавт. (54) указывают, что при увеличении скорости умирания наблюдается достоверное снижение активности глутаматдекарбоксилазы, фосфофруктокиназы, рН. При этом в тканях головного мозга увеличивается содержания фенилаланина, лизина, лейцина и триптофана.

Необходимо отметить, что медицинские работники и эксперты-танологи в основном пользуются данными клинической медицины, которые адаптированы к судебно-медицинской практике (55-57). «Нормальные» величины лабораторных показателей определяют в процессе клинических исследований на основании результатов измерения исследуемого анализа в большой популяции здоровых лиц или других биологических объектов, отобранных и сгруппированных по возрасту, полу, биологическим и иным

показателям. Полученные данные приводят к среднему значению, учитывая статистически возможные стандартные отклонения и получая диапазон значений, в котором располагаются референсные величины. Референсный интервал дает представление о нижней и верхней границах нормы показателя. Мы также рекомендуем придерживаться этой схемы для оценки результатов.

Различия в биохимических показателях сыворотки крови у животных, пойманных физическими или химическими методами, были зарегистрированы у нескольких видов диких копытных, включая благородного (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) (58) и белохвостого оленя (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780) (59). По данным М.К. Rostal с соавт. (25), когда лоси были иммобилизованы с помощью эторфина с вертолета, среднее значение концентрации АСТ в сыворотке крови составило у молодняка и взрослых животных 130,0 Ед/л, АЛТ — соответственно 27,0 и 33,0 Ед/л. В работе S.A. Becker с соавт. (21) взрослые самки ширасского лося были иммобилизованы с помощью препаратов тиафентанила или карфентанила. При этом активность АСТ в их крови составила в среднем 103,7 Ед/л. A.L. Miller с соавт. (27), которые для взятия крови у взрослых самок и самцов норвежского северного оленя также использовали иммобилизацию животных с вертолета с помощью комбинации медетомидина и кетамина, получили значение по АСТ в среднем 104,0 Ед/л.

I. Marco с соавт. (58) и M.J. Fettman с соавт. (16) сообщали о значительном повышении содержания сывороточного АЛТ, общего белка, альбумина, натрия и хлорида у благородных оленей, пойманных физическими методами, по сравнению со значениями у животных, подвергшихся химической иммобилизации. J.M. Agnemo с соавт. (45) также указывают на то, что активность АСТ и уровень глюкозы повышаются при стрессе и физической нагрузке, вызванных, как и в нашем случае, преследованием при охоте. A.L. Miller с соавт. (27) установили, что у северных оленей при стрессе повышены значения по АСТ, глюкозе, щелочной фосфатазе и мочеvine.

Несмотря на то, что мы предоставляем данные по биохимии сыворотки крови лосей, обитающих на территории Кировской области, существуют некоторые ограничивающие факторы, которые следует учитывать для проведения сравнительных исследований. Это прежде всего различия в методах взятия крови, биохимических анализаторах, лабораторных методах диагностики и среде обитания животных. Очевидно, что диапазоны параметров должны быть интерпретированы с учетом приведенных факторов.

Многие вопросы не получили достаточного обсуждения в представленной статье в виду их плохой изученности. Исследования обмена веществ лосей будут продолжены и расширены, а также сопоставлены с данными по другим копытным животным. Мы полагаем, что биохимические параметры крови могут быть проанализированы в связи с экологическими и антропогенными факторами (среда обитания, питание, образ жизни, двигательная активность и т.д.).

Таким образом, в настоящее время важно устанавливать базовые значения для значимых биохимических показателей крови у диких животных, в частности лосей. Это обеспечит ветеринарных специалистов и биологов-охотоведов опорными данными, которые можно использовать для оценки состояния популяции, в качестве маркеров различных патологий и потенциальной репродуктивной эффективности и, в конечном счете, для оценки качества среды обитания. В сыворотке крови взрослых лосей, обитающих на территории Кировской области, мы установили высокую активность аспаратаминотрансферазы (у самок и самцов соответственно $253,8 \pm 52,38$ и $250,9 \pm 47,52$ Ед/л), альфа-амилазы ($29,2 \pm 7,20$ и $32,0 \pm 8,77$ Ед/л),

высокое содержание креатинина ($183,9 \pm 18,59$ и $182,1 \pm 23,66$ ммоль/л), мочевины ($6,2 \pm 0,82$ ммоль/л и $5,9 \pm 0,87$ ммоль/л). У молодых особей показатели по АСТ ($161,2 \pm 28,30$ и $160,0 \pm 30,92$ Ед/л), альфа-амилазе ($24,6 \pm 4,91$ и $23,2 \pm 5,46$ Ед/л), содержанию креатинина ($152,8 \pm 20,32$ и $149,1 \pm 23,78$ ммоль/л), мочевины ($2,4 \pm 0,63$ и $2,6 \pm 0,98$ ммоль/л) были значительно ниже. У молодых животных, напротив, отмечали высокую активность АЛТ ($60,8 \pm 6,42$ и $58,7 \pm 6,74$ Ед/л), щелочной фосфатазы ($230,4 \pm 40,79$ и $222,2 \pm 31,14$ Ед/л), лактатдегидрогеназы ($805,2 \pm 185,57$ и $822,9 \pm 237,13$ Ед/л), высокое содержание глюкозы ($6,3 \pm 1,01$ и $6,3 \pm 1,03$ ммоль/л). Взрослые животные характеризовались снижением активности аланинаминотрансферазы ($43,6 \pm 7,35$ и $41,9 \pm 6,33$ Ед/л), щелочной фосфатазы ($69,3 \pm 12,62$ Ед/л и $69,9 \pm 11,31$ Ед/л), ЛДГ ($614,1 \pm 98,11$ Ед/л и $598,2 \pm 129,37$ Ед/л), содержания глюкозы ($5,3 \pm 1,02$ и $5,3 \pm 1,14$ ммоль/л). Обнаружены статистически значимые различия в содержании общего белка в сыворотке крови между взрослыми самками ($57,4 \pm 7,48$ г/л) и самцами ($68,1 \pm 4,93$). Показано достоверное влияние возраста животных на содержание АСТ, АЛТ, щелочной фосфатазы, ЛДГ, альфа-амилазы, прямого билирубина, креатинина, мочевины и глюкозы. Установлено достоверное влияние пола животных на содержание общего белка. Выявлена зависимость активности АСТ, АЛТ, щелочной фосфатазы, ЛДГ, альфа-амилазы, содержания общего белка, прямого билирубина, креатинина, мочевины и глюкозы от массы тела. Приведенные в работе биохимические значения имеют схожую тенденцию по большинству показателей с результатами, полученными на других парнокопытных в дикой природе. Различия обусловлены видом животных, условиями существования, питанием, возрастом, полом, а также методом, применяемым при отборе крови. Дальнейшие сравнительные исследования, включение других возрастных категорий, а также изучение биохимии крови на большем количестве видов расширят наши знания о биологии диких животных. Полученные результаты могут быть полезны при мониторинге окружающей среды, оценке влияния антропогенных факторов на параметры системы крови и состояние организма в целом.

Авторы благодарят охотколлектив ФГБНУ ВНИИОЗ им. профессора Б.М. Житкова за помощь в сборе биоматериала.

ФГБНУ Всероссийский НИИ охотничьего хозяйства
и звероводства им. профессора Б.М. Житкова,
610000 Россия, г. Киров, ул. Преображенская, 79,
e-mail: mperevozchikova@mail.ru ✉, vniioz43@mail.ru,
uliy180775@bk.ru, aconom86@mail.ru

Поступила в редакцию
10 июня 2022 года

Sel'skokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2023, V. 58, № 2, pp. 288-301

SERUM CHEMISTRY PARAMETERS OF FREE-RANGING MOOSE (*Alces alces* Linnaeus, 1758) OF DIFFERENT SEX AND AGE GROUPS

M.A. Koshurnikova ✉, *I.A. Domskey*, *Y.A. Berezina*, *A.V. Economov*

Zhitkov Russian Game Management and Fur Farming Research Institute, 79, ul. Preobrazhenskaia, Kirov, 610000, Russia,
e-mail: mperevozchikova@mail.ru ✉ corresponding author, vniioz43@mail.ru, uliy180775@bk.ru, aconom86@mail.ru
ORCID:

Koshurnikova M.A. orcid.org/0000-0003-3638-3712

Berezina Y.A. orcid.org/0000-0001-5082-716X

Domskey I.A. orcid.org/0000-0003-1633-1341

Economov A.V. orcid.org/0000-0002-0242-8954

The authors declare no conflict of interests

Acknowledgements:

The authors thank the hunting team of the *Zhitkov Russian Game Management and Fur Farming Research Institute* for help in collecting biomaterials.

Supported financially by the FSR Program of the State Academies of Sciences FSZZ-2019-0001 (AAAA19-119020190132-5)

Final revision received June 10, 2022

doi: 10.15389/agrobiol.2023.2.288eng

Abstract

Moose (*Alces alces*, Linnaeus 1758) is a perspective species for game farming, characterized by a high growth rate, as well as a wide potential for economic use for meat and milk production. In Russia and the world, there are few studies of the biochemical parameters of moose blood. (S.A. Becker et al., 2010; A.W. Franzmann et al., 1978; M.A. Keech et al., 1998; V. Reshetnyak et al., 2021; M.K. Rostal et al., 2012). The reference range of biochemical blood parameters is necessary for assessing the physical condition of animals, nutrition quality, habitat, stressors, the impact of infectious and invasive diseases (A.A. Cunningham et al., 1998; P. Daszak et al., 1999; W.F. Frick et al., 2010). The article presents for the first time the biochemical parameters of the blood of moose from different sex and age groups. The goal of the work is to determine the biochemical parameters of blood in moose of different sex and age living in the Kirov region. Whole blood was taken from animals ($n = 90$) bagged during the hunting seasons of 2006–2020. Samples were collected from October to December in the experimental hunting ground of Zhitkov Russian Game Management and Fur Farming Research Institute (Kirov region). All animals were wild and moved freely, feeding on local vegetation. Whole blood was studied from the following sex and age groups: 20 young females aged 6–7 months; 20 adult females aged 2.5–7 years; 20 young males aged 6–7 months; 30 adult males aged 2.5–7 years. All animals were considered clinically healthy. Blood samples were taken by cutting the jugular vein immediately after the animal was shot. Blood serum studies were performed on a Biochem SA semi-automatic biochemical analyzer (High Technology Inc., USA). The analysis included the determination of the activity of aspartate aminotransferase (AsAT), alanine aminotransferase (AlAT), alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase (LDH), alpha-amylase, total protein, albumin, total bilirubin, direct bilirubin, creatinine, urea, cholesterol, glucose. In the blood serum of adult moose, high activity of AsAT was noted (in females and males, respectively, 253.8 ± 52.38 and 250.9 ± 47.52 U/l), alpha-amylase (29.2 ± 7.20 and 32.0 ± 8.77 U/l), creatinine content (183.9 ± 18.59 and 182.1 ± 23.66 mmol/l), urea (6.2 ± 0.82 mmol/l and 5.9 ± 0.87 mmol/l). In young individuals, AsAT (161.2 ± 28.30 and 160.0 ± 30.92 U/l), alpha-amylase (24.6 ± 4.91 and 23.2 ± 5.46 U/l), the content creatinine (152.8 ± 20.32 and 149.1 ± 23.78 mmol/l), urea (2.4 ± 0.63 and 2.6 ± 0.98 mmol/l) were significantly lower. In young animals, on the contrary, high activity of AlAT (60.8 ± 6.42 and 58.7 ± 6.74 U/l), alkaline phosphatase (230.4 ± 40.79 and 222.2 ± 31.14 U/l), LDH (805.2 ± 185.57 and 822.9 ± 237.13 U/l), glucose content (6.3 ± 1.01 and 6.3 ± 1.03 mmol/l). Adult animals were characterized by lower levels of AlAT (43.6 ± 7.35 and 41.9 ± 6.33 U/l), alkaline phosphatase (69.3 ± 12.62 U/l and 69.9 ± 11.31 U/l), LDH (614.1 ± 98.11 U/l and 598.2 ± 129.37 U/l), glucose (5.3 ± 1.02 and 5.3 ± 1.14 mmol/l). Statistically significant ($p < 0.05$) differences in the content of total protein in blood serum between adult females (57.4 ± 7.48 g/l) and males (68.1 ± 4.93) were established. In young females, an average correlation was found between the content of total and direct bilirubin ($r = 0.57$, $p = 0.01$), in adult females — between the activity of AsAT and alkaline phosphatase ($r = 0.50$, $p = 0.02$) and between AsAT and LDH activity ($r = 0.66$, $p = 0.00$). A statistically significant ($p < 0.05$) effect of age on the content of AsAT, AlAT, alkaline phosphatase, LDH, alpha-amylase, direct bilirubin, creatinine, urea and glucose, as well as the sex of animals on the content of total protein was shown. The dependence of the AsAT, AlAT, alkaline phosphatase, LDH, alpha-amylase, total protein, direct bilirubin, creatinine, urea and glucose levels on body weight was revealed. The obtained biochemical parameters of moose blood have a similar trend in most parameters with the results obtained on other artiodactyls in the wild. Differences are due to species of animals, living conditions, nutrition, age, sex, as well as the method used in blood sampling.

Keywords: moose, females, males, age groups, biochemical blood parameters, blood serum.

REFERENCES

1. Sokolov N.V. *Los' evropeyskiy i ego odomashnivanie* [European elk and its domestication]. Kostroma, 2012 (in Russ.).
2. Khochachka P., Somero Dzh. *Strategiya biokhimeskoy adaptatsii* [Biochemical adaptation strategy]. Moscow, 1977 (in Russ.).
3. Koshurnikova M.A., Berezina Yu.A., Domskiy I.A. *Materialy VII Mezhdunarodnogo simpoziuma «Dinamika populatsiy okhotnich'ikh zhivotnykh Severnoy Evropy»* [Proc. Int. Symp. «Population dynamics of game animals in Northern Europe»]. Petrozavodsk, 2018: 66–68 (in Russ.).
4. Cunningham A.A., Daszak P. Extinction of a species of land snail due to infection with a microsporidian parasite. *Conservation Biology*, 1998, 12(5): 1139–1141 (doi: 10.1046/j.1523-1739.1998.97485.x).
5. Daszak P., Berger L., Cunningham A.A., Hyatt A.D., Green D.E., Speare R. Emerging infectious diseases and amphibian population declines. *Emerging Infectious Diseases*, 1999, 5(6): 735–748 (doi: 10.3201/eid0506.990601).

6. Frick W.F., Pollock J.F., Hicks A.C., Langwig K.E., Reynolds D.S., Turner G.G., Butchko-ski C.M., Kunz T.H. An emerging disease causes regional population collapse of a common North American bat species. *Science*, 2010, 329(5992): 679-682 (doi: 10.1126/science.1188594).
7. Hudson P.J., Rizzoli A., Grenfell B.T., Heesterbeek H., Dobson A. *The ecology of wildlife diseases*. Oxford University Press, Oxford, UK, 2002: 1-5.
8. Kochan T.I. *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh*, 2015, 8(13): 110-112 (in Russ.).
9. James N.L., Bond M.L., Ozgul A., Lee D.E. Trophic processes constrain seasonal ungulate distributions at two scales in an East African savanna. *Journal of Mammalogy*, 2022, 103(4): 956-969 (doi: 10.1093/jmammal/gyac050).
10. Jolles A.E., Beechler B.R., Dolan B.P. Beyond mice and men: environmental change, immunity and infections in wild ungulates. *Parasite Immunology*, 2015, 37(5): 255-266 (doi: 10.1111/pim.12153).
11. Ruprecht J.S., Hersey K.R., Hafen K., Monteith K.L., DeCesare N.J., Kauffman M.J., MacNulty D.R. Reproduction in moose at their southern range limit. *Journal of Mammalogy*, 2016, 97(5): 1355-1365 (doi: 10.1093/jmammal/gyw099).
12. Ohlson M., Staaland H. Mineral diversity in wild plants: benefits and bane for moose. *Oikos*, 2001, 94(3): 442-454 (doi: 10.1034/j.1600-0706.2001.940307.x).
13. Dodge W.B., Winterstein S.R., Beyer D.E., Campa III H. Survival, reproduction, and movements of moose in the western Upper Peninsula of Michigan. *Alces*, 2004, 40: 71-85.
14. WallisDeVries M.F. Habitat quality and the performance of large herbivores. In: *Grazing and conservation management*. M.F. WallisDeVries, J.P. Bakker, S.E. Wieren (eds.). Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, 1998: 275-320 (doi: 10.1007/978-94-011-4391-2_9).
15. Arnemo J.M., Negard T., Söli N.E. Chemical capture of free-ranging red deer (*Cervus elaphus*) with medetomidine-ketamine. *Rangifer*, 1994, 14(3): 123-127 (doi: 10.7557/2.14.3.1144).
16. Fettman M.J., Rebar A., Lassen E.D., Greco D.S. Clinical chemistry of common domestic species. In: *Veterinary hematology and clinical chemistry*. M.A. Thrall, D.C. Baker, T.W. Campbell, D.B. DeNicola, M.J. Fettman, E.D. Lassen, A. Rebar, G. Weiser (eds.). Lippincott Williams and Wilkins, Maryland, 2004: 301-462.
17. Thrall M.A., Weiser G., Jain N.C., Baker D.C., Brown D., Vap L. Hematology of common domestic species. In: *Veterinary hematology and clinical chemistry*. M.A. Thrall, D.C. Baker, T.W. Campbell, D.B. DeNicola, M.J. Fettman, E.D. Lassen, A. Rebar, G. Weiser (eds.). Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, 2004: 69-210.
18. Caldeira R.M., Belo A.T., Santos C.C., Vazques M.I., Portugal A.V. The effect of long-term feed restriction and over-nutrition on body condition score, blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research*, 2007, 68(3): 242-255 (doi: 10.1016/j.smallrumres.2005.08.027).
19. Johnson D., Harms N.J., Larter N.C., Elkin B.T., Tabel H., Wei G. Serum biochemistry, serology, and parasitology of boreal caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in the Northwest Territories, Canada. *Journal Wildlife Diseases*, 2010, 46(4): 1096-1107 (doi: 10.7589/0090-3558-46.4.1096).
20. Berezina Yu.A., Koshurnikova M.A., Domskiy I.A., Bespyatykh O.Yu. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii*, 2017, 3: 30-33 (in Russ.).
21. Becker S.A., Kauffman M.J., Anderson S.H. Nutritional condition of adult female Shiras moose in northwest Wyoming. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 2010, 46: 151-166.
22. Franzmann A.W., Leresche R.E. Alaskan moose blood studies with emphasis on condition evaluation. *The Journal of Wildlife Management*, 1978, 42(2): 334-351 (doi: 10.2307/3800270).
23. Keech M.A., Stephenson T.R., Bowyer R.T., Ballenberghe V.V., Hoef J.M.V. Relationships between blood-serum variables and depth of rump fat in Alaskan moose. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, 1998, 34(1): 173-179.
24. Reshetnyak V., Stekol'nikov A., Burdeynyy V., Yelokhin M., Malakhova L. Morphobiochemical Parameters of blood in traumatism in moose under domestication. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 2021, 12(7): 1-8 (doi: 10.14456/itjemast.2021.143).
25. Rostal M.K., Evans A.L., Solberg E.J., Arnemo J.M. Hematology and serum chemistry reference ranges of free-ranging moose in Norway. *Journal of Wildlife Diseases*, 2012, 48(3): 548-559 (doi: 10.7589/0090-3558-48.3.548).
26. Ivanter E.V., Korosov A.V. *Elementarnaya biometriya* [Elementary biometrics]. Petrozavodsk, 2005 (in Russ.).
27. Miller A.L., Alina L. E., Oystein O., Arnemo J.M. Biochemical and hematologic reference values for free-ranging, chemically immobilized wild Norwegian Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) during early winter. *Journal of Wildlife Diseases*, 2013, 49(2): 221-228 (doi: 10.7589/2012-04-115).
28. Gerasimenko A.A., Sokolov M.Yu., Belyaeva N.Yu., Ashenbrenner A.I. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, 3(125): 97-101 (in Russ.).
29. Veber A.E., Simakov A.F., Chuv'yurova N.I., Chalyshev A.V., Badlo L.P., Kochan T.I., Mochalov N.N. *Fiziologiya pitaniya i obmen veshchestv losya* [Nutritional physiology and metabolism of the moose]. Syktyvkar, 1992 (in Russ.).
30. Koseoglu M., Hur A., Atay A., Cuhadar S. Effects of hemolysis interferences on routine biochemistry parameters. *Biochemia medica*, 2011, 21(1): 79-85 (doi: 10.11613/bm.2011.015).

31. Thrall M.A., Baker D.C., Campbell T.W., Denicola D., Fettman, M.J., Lassen, E.D., Rebar A., Weiser G. *Hematology and veterinary clinical biochemistry* /J.J. Fagliari (ed.). Sro Paulo, Roca, 2006.
32. Gromyko E.V. *Ekologicheskiiy vestnik Severnogo Kavkaza*, 2005, 2: 80-94 (in Russ.).
33. Korzhuev P.A. *Gemoglobin. Sravnitel'naya fiziologiya i biokhimiya* [Hemoglobin. Comparative physiology and biochemistry]. Moscow, 1964 (in Russ.).
34. Korzhuev P.A. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 1955, 39(2): 163-195 (in Russ.).
35. Moiseenko N.A., Mochalov N.I. V sbornike: *Vliyanie ekologicheskikh faktorov na produktivnost' dikikh zhivotnykh v ekosistemakh Evropeyskogo Severo-Vostoka SSSR* [In: The influence of environmental factors on the productivity of wild animals in the ecosystems of the European North-East of the USSR]. Syktyvkar, 1987: 82 (in Russ.).
36. Chernmykh N.A., Roshchevskiy M.P., Novozhilova E.A. *Kopytnye zhivotnye v usloviyakh Severa: gazoenergeticheskiy obmen i serdechnaya deyatel'nost'* [Ungulates in the conditions of the North: gas-energy exchange and cardiac activity]. Leningrad, 1980 (in Russ.).
37. Knorre E.P. V sbornike: *Trudy Pechoro-Ilychskogo gosudarstvennogo zapovednika*. Syktyvkar, 1961: 5-113 (in Russ.).
38. Galantsev V.P., Gulyaeva E.L. *Evolutsiya laktatsii* [Evolution of lactation]. Leningrad, 1987 (in Russ.).
39. Likhachev A.I. *Losi Zapadnoy Sibiri* [Elks of Western Siberia]. Novosibirsk, 1959 (in Russ.).
40. Heins M., Heil W., Withold W. Storage of serum or whole blood samples? Effects of time and temperature on 22 serum analytes. *European Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry*, 1995, 33(4): 231-238 (doi: 10.1515/cclm.1995.33.4.231).
41. Khivarinen Kh. V sbornike: *Adaptatsiya zhivotnykh k zimnim usloviyam* [In: Adaptation of animals to winter conditions]. Moscow, 1980: 133-141 (in Russ.).
42. Vasilisin V.V., Sokolov V.V., Golubtsov A.V., Mistyukova O.N., Kuz'micheva V.N., Minchenko L.P. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2009, 1(20): 58-63 (in Russ.).
43. Schutte J.E., Longhurst J.C., Gaffney F.A., Bastian B.C., Blomquist G. Total plasma creatinine: an accurate measure of total striated muscle mass. *Journal of Applied Physiology*, 1981, 51(3): 762-766 (doi: 10.1152/jappl.1981.51.3.762).
44. Medvedeva M.A. *Klinicheskaya veterinarnaya laboratornaya diagnostika* [Clinical veterinary laboratory diagnostic]. Moscow, 2013 (in Russ.).
45. Arnemo J.M., Caulkett N., West G., Heard D., Caulkett N. Stress. In: *Zoo animal and wildlife immobilization and anesthesia*. Blackwell Publishing, Ames. Iowa, 2007: 103-110.
46. Franzmann A.W., Schwartz C.C., Johnson D.C. Baseline body temperatures, heart rates and respiratory rates of moose in Alaska. *Journal of Wildlife Diseases*, 1984, 20(4): 333-337 (doi: 10.7589/0090-3558-20.4.333).
47. Spraker T. Stress and capture myopathy in artiodactyls. In: *Zoo and wild animal medicine: current therapy*. M.E. Fowler (ed.). Philadelphia, Pennsylvania, 1993: 481-488.
48. Nieminen M. Nutritional and seasonal effects on the haematology and blood chemistry in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 1980, 66(3): 399-413 (doi: 10.1016/0300-9629(80)90186-3).
49. Kovtunen A.Yu. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2012, 6: 568-575 (in Russ.).
50. Bogomolov D.V., Fetisov V.A., Bogomolova I.N., Baranova M.Ya., Karapetyan N.G. V sbornike: *Meditsinskie tekhnologii, ispol'zuemye pri proizvodstve sudebno-meditsinskikh ekspertiz* [In: Medical technologies used in the forensic medical examinations]. Moscow, 2012: 147-148 (in Russ.).
51. Putintsev V.A., Bogomolov D.V., Bogomolova I.N., Denisova O.P. *Opreделение dlitel'nosti i tempa umiraniya po morfologicheskim priznakam* [Determination of the duration and rate of dying by morphological features]. Moscow, 2017 (in Russ.).
52. Putintsev V.A., Bogomolov D.V., Sundukov D.V. *Obshchaya reanimatologiya*, 2018, 14(4): 35-43 (doi: 10.15360/1813-9779-2018-4-35-43) (in Russ.).
53. Edelev I.S. *Sovershenstvovanie sudebno-meditsinskoy posmertnoy diagnostiki osobennostey pre-mortal'nogo perioda. Kandidatskaya dissertatsiya* [Improvement of forensic post-mortem diagnostics of the features of the premortal period. PhD Thesis]. Nizhniy Novgorod, 2019 (in Russ.).
54. Perry E.K., Perry R.H., Tomlinson B.E. The influence of agonal status on some neurochemical activities of postmortem human brain tissue. *Neuroscience Letters*, 1982, 29(3): 303-307 (doi: 10.1016/0304-3940(82)90334-2).
55. Astashkina O.G., Vlasov N.V. *Problemy ekspertizy v meditsine*, 2006, 4(24): 17-19 (in Russ.).
56. Astashkina O.G., Shigeev V.B., Shigeev S.V. *Prikladnaya sudebno-meditsinskaya biokhimiya* [Applied forensic biochemistry]. Moscow, 2020 (in Russ.).
57. Gorbunova A.A., Dabaeva V.K. *Tverskoy meditsinskiy zhurnal*, 2019, 6: 28-34 (in Russ.).
58. Marco I., Lavín S. Effect of the method of capture on the haematology and blood chemistry of red deer (*Cervus elaphus*). *Research in Veterinary Science*, 1999, 66(2): 81-84 (doi: 10.1053/rvsc.1998.0248).
59. Wesson III J.A., Scalon P.F., Kirkpatrick R.L., Mosby H.S., Butcher R.L. Influence of chemical immobilization and physical restraint on steroid hormone levels in blood of white-tailed deer. *Canadian Journal of Zoology*, 1979, 57(4): 768-776 (doi: 10.1139/z79-094).