

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БЕЛКОВЫХ ФРАКЦИЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ

Влияние возраста на белковые фракции крови енотовидной собаки

**Ю.А. Березина^{1*}, М.А. Кошурникова¹, И.И. Окулова¹, О.Ю. Беспятых^{1,2},
В.С. Сизоренко¹, И.А. Домский¹, К.Н. Березин²**

¹ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова

Россия, 610000, г. Киров (обл.), ул. Преображенская, 79

²ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Россия, 610002, г. Киров, ул. Орловская, 12

*e-mail: uliya180775@bk.ru

Изучение белковых фракций в сыворотке крови енотовидной собаки представляет собой значимую биологическую исследовательскую задачу, которая помогает расширить наши знания о биохимических особенностях этого вида животных. В работе нефелометрическим методом проанализированы белковые фракции 32 енотовидных собак в возрасте 2, 4, 6 и 10 месяцев из звероводческого племенного хозяйства «Вятка» в Кировской области. У самок наблюдалось увеличение общего белка с возрастом, достигая максимальных значений к 6 месяцам (74,42 г/л). У самцов же максимальные значения были достигнуты к 4 месяцам (75,06 г/л). У самок общий белок на протяжении всего исследования был выше, чем у самцов (в 10 месяцев разница составила 13%), за исключением 4-месячных щенков, где концентрация у самцов была выше на 5,5%, по сравнению с одновозрастными самками. Отмечено, что с возрастом меняются количественные взаимоотношения между белками сыворотки крови животных. Наблюдалось увеличение синтеза альбумина у животных в период интенсивного роста и развития (к 6 месяцам альбумин у самцов составил 42,7%, у самок 45,6%), а также снижение α -глобулиновой фракции у самцов и самок с возрастом (к 10-ти месяцам у самцов она снизилась до 11%, у самок до 11,5%). Возможно, это связано с повышенной потребностью в белках для роста и поддержания функций организма. Минимальные значения гамма-глобулиновой фракции (у самцов – 7,95% и у самок – 13,6%) наблюдались у 2-месячных щенков по сравнению с взрослыми зверями. Исследование позволило выявить влияние пола и возраста на белковые фракции в крови енотовидной собаки, что полезно для оценки соответствия белкового питания биологическим потребностям организма.

Ключевые слова: енотовидная собака, белок, альбумин, белковые фракции, возрастные изменения.

Благодарности: Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания (тема FNWS-2022-0002).

Авторы признательны за помощь в проведении исследований директору Сивковой В.Н. и главному ветеринарному врачу Тюфякову С.Н. звероводческого племенного хозяйства «Вятка» Слободского района Кировской области.

Формирование и управление процессами разведения и выращивания животных в пушном звероводстве является важной задачей, которая имеет непосредственное отношение к повышению эффективности производства и качества продукции. Для этого важно понимать закономерности их морфофункционального роста и развития на каждом этапе. Это позволяет определить оптимальный режим кормления, ухода и лечения, а также прогнозировать и предотвращать возможные проблемы в будущем [1, 2]. Ведь многие

задачи в звероводстве могут быть решены только с учетом биохимических и физиологических процессов в организме животных и выявления их закономерностей.

Работы, в которых описывались какие-либо показатели здоровья и анатомического строения пушных зверей, немногочисленны [3-10], либо единицы измерения представленных данных устарели и не подлежат сравнению с теми, которые получают на современном оборудовании [11, 12].

Изучение изменения белковых фракций в сыворотке крови в постнатальном онтогенезе у пушных зверей является необходимым для установления нормального состояния организма и определения величин сравнения, которые могут использоваться в практике ветеринарии, зоотехнии и биологии.

Белки играют важную роль в функционировании организма, и изменения их уровней могут указывать на наличие определенных заболеваний или физиологических состояний. Например, увеличение уровня глобулинов может указывать на наличие воспаления или инфекции, тогда как уменьшение уровня альбумина может свидетельствовать о проблемах с пищеварением и питанием [13].

Таким образом, анализ белковых фракций в сыворотке крови енотовидной собаки может предоставить важную информацию о здоровье животного, помочь в диагностике заболеваний и оценке эффективности лечения.

Материалы и методы исследования

Исследование белковых фракций крови проводилось на 32 енотовидных собаках (16 самок и 16 самцов) из звероводческого племенного хозяйства «Вятка» в Кировской области.

Зверей содержали в одинаковых условиях, кормили 1 раз в сутки мясными сбалансированными кормосмесями, поение осуществлялось вволю из индивидуальных поилок. Кровь брали у животных в возрасте 2, 4, 6 и 10 месяцев из латеральной подкожной вены голени в вакуумные пробирки с активатором сгустка фирмы Апекслаб (Китай). Пробы центрифугировали в течение 20 минут при 1500 об/мин и получали сыворотку.

Определение белковых фракций сыворотки крови проводили нефелометрическим методом [14].

Для статистического анализа использовали программы MS Excel, а также SPSS Statistics 26. Проверку распределения данных осуществляли с помощью критерия Шапиро-Уилка, а для описания нормально распределенных результатов использовали среднее, стандартное отклонение, коэффициенты вариации и предельные значения. Оценку однородности групп и различий между группами проводили с помощью t-критерия Стьюдента при уровне статистической значимости $p < 0,05$ [15].

Результаты исследований и обсуждение

По результатам исследований у енотовидных собак наблюдается увеличение концентрации общего белка у самок на 3% к 4 месяцам и на 8% к 6 месяцам, и он остается выше, чем у 2-месячных щенков на 6% у взрослых животных. У самцов общий белок достигает максимальных значений к 4 месяцам, повысившись на 22,9% по сравнению с 2-месячными щенками, и далее незначительно повышается к 6 месяцам и у взрослых. У самок на протяжении всего срока исследования общий белок был выше, чем у самцов, за исключением 4-месячных, где концентрация у самцов была выше на 5,5%. Биологической особенностью рожденных весной многих млекопитающих является быстрая стабилизация белкового обмена, ускоренный темп роста и общая сокращенная фаза достижения зрелости [16, 17].

Важное диагностическое значение имеют количественные взаимоотношения между отдельными белками сыворотки крови. Белки сыворотки крови разделяются на следующие фракции: альбумины, α -глобулины, β -глобулины и γ -глобулины.

В результате проведенных исследований у животных наблюдалось изменение альбуминовой фракции с возрастом, причем, максимальные значения у зверей наблюдались в 6 месяцев. Альбумин является одним из основных белков, синтезируемых в печени и выполняющих функцию транспорта различных веществ (например, гормонов, лекарственных средств, минералов и т.д.) в организме.

В период интенсивного роста и развития организма у животных может наблюдаться увеличение синтеза альбумина. При этом в 2 месяца альбумин был выше у самцов на 10,6% по сравнению с одновозрастными самками. Возможно, что у самцов в этом возрасте наблюдается более интенсивный рост, что может приводить к увеличению синтеза белков, включая альбумин. В период с 4 и 6 месяцев уже у самок он был выше на 11,2% и 6,7% соответственно (рис. 1).

С возрастом у самцов наблюдается статистически значимая разница в изменении α -глобулиновой фракции (рис. 2). К 4 месяцам наблюдается снижение на 16,6%, к 6 месяцам - на 30,3% (ANOVA: $F=13,585$ $p=0,008$), и у взрослых самцов - на 69,9% (ANOVA: $F=28,256$ $p=0,002$) по сравнению с 2-месячными щенками. У самок также наблюдается снижение α -глобулиновой фракции к 4 месяцам на 20,9%, к 6 месяцам -

на 53,5% (ANOVA: $F=17,54$ $p=0,004$) и у взрослых самок – на 58,7%.

Бета-глобулины – это группа белков, которые включают в себя несколько подтипов, включая трансферрин, который отвечает за транспортировку железа в крови.

Уровень β -глобулинов в крови может зависеть от активности метаболических процессов, связанных с жировым обменом, функциональное состояние печени и ее способность синтезировать белки также могут влиять на их уровень. Таким образом, изменения уровня β -глобулинов в крови могут быть связаны с различными физиологическими процессами.

Из рисунка 3 видно, что с возрастом у самцов наблюдается постепенное нарастание β -глобулиновой фракции, на 29,8% – в 4 месяца, на 57% – в 6 месяцев, но только у взрослых зверей данный показатель был статистически значимо выше на 94,6% (ANOVA: $F=18,825$ $p=0,005$) по сравнению с 2-месячными щенками. У самок с возрастом также наблюдается незначительное повышение данного показателя, но статистически значимой разницы не наблюдалось.

Возможно, повышение уровня β -глобулиновой фракции с возрастом у самок наблюдается из-за повышенной потребности в белках для роста и поддержания функций организма.

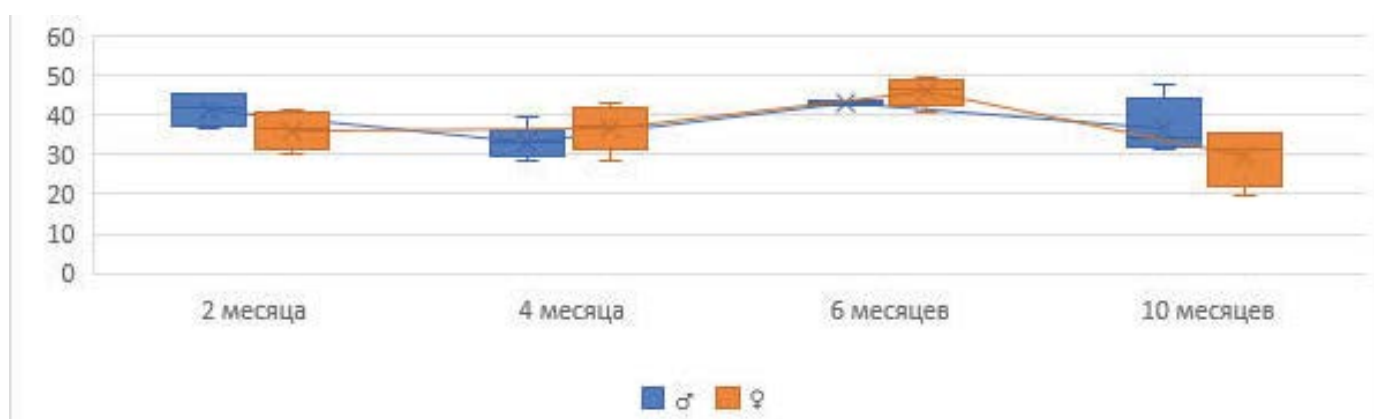


Рисунок 1. Альбуминовая фракция в сыворотке крови енотовидной собаки с возрастом
Figure 1. Raccoon dog serum albumin fraction with age

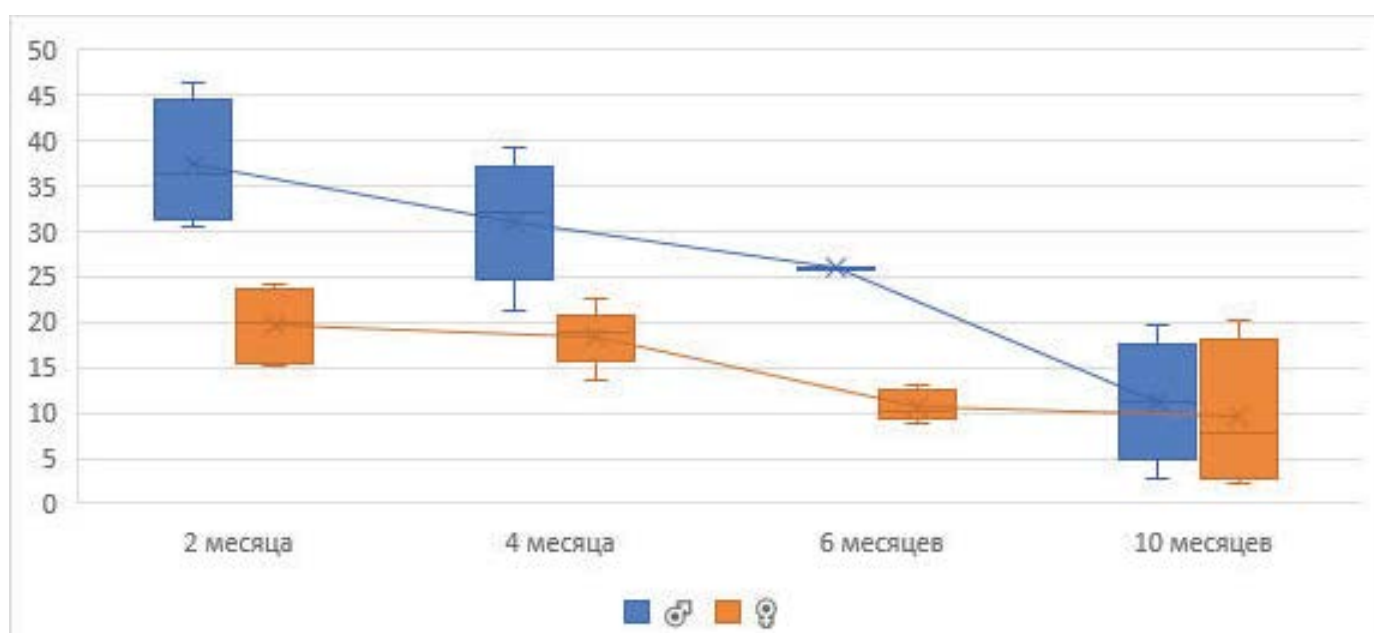


Рисунок 2. α -глобулиновая фракция в сыворотке крови енотовидной собаки с возрастом
Figure 2. Raccoon dog serum α -globulin fraction with age

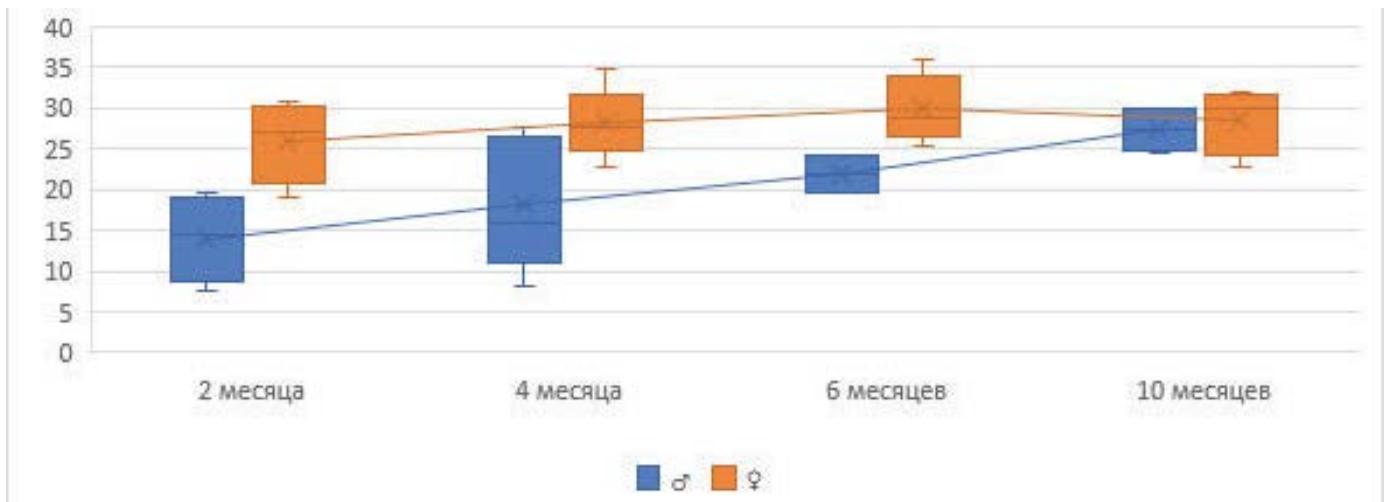


Рисунок 3. β -глобулиновая фракция в сыворотке крови енотовидной собаки с возрастом
Figure 3. β -globulin fraction in the blood serum of a raccoon dog with age

Иммуноглобулины (IgA, IgD, IgE, IgG, IgM) играют ключевую роль в иммунной защите организма. Гамма-глобулины (также известные как иммуноглобулины класса G) являются одним из пяти основных типов иммуноглобулинов, вырабатываемых плазматическими клетками. Они играют важную роль в защите организма от инфекций и других патологических состояний.

Максимальные значения γ -глобулиновой фракции наблюдались у взрослых зверей (рис. 4). У самок данный показатель был выше в 1,5 раза (ANOVA: $F=92,907$ $p=0,000$), у самцов – в 4 раза (ANOVA: $F=24,957$ $p=0,002$) по сравнению с 2-месячными щенками.

Изменения уровня γ -глобулинов в крови могут быть связаны с различными физиологическими процессами, поэтому анализ уровня γ -глобулинов в крови может быть полезным инструментом

для диагностики и оценки состояния иммунной системы организма.

Таким образом, при проведении статистического анализа нами установлено, что белковые фракции имеют значимые различия у групп разного пола и возраста. Важно отметить, что эти факторы могут взаимодействовать между собой. Очевидно, что изучение одновременного влияния этих факторов позволяет лучше понять механизм изменчивости изучаемых параметров.

Проведенный многофакторный анализ (MANOVA) позволил установить влияние времени и пола на белковые фракции. В таблице отражены результаты многофакторного дисперсионного анализа по влиянию факторов «возраст», «пол» и сочетание факторов «возраст-пол» на изученные показатели.

Таким образом, можно сделать вывод, что на белковые фракции влияют пол животного,



Рисунок 4. γ -глобулиновая фракция в сыворотке крови енотовидной собаки с возрастом
Figure 4. γ -globulin fraction in the blood serum of a raccoon dog with age

Таблица. Критерии межгрупповых эффектов у енотовидной собаки
Table. Criteria for intergroup effects in raccoon dog

Фактор / Factor		Степень свободы, df/ Degree of freedom	F	Значимость/ Significance	Сила влияния, η^2 (%) / Effect size
Пол / Sex	Альбумин, % Albumin, %	1	0,161	0,691	0
	α -глобулиновая фракция, % α -globulin fraction, %	1	28,517	0,000	20
	β -глобулиновая фракция, % β -globulin fraction, %	1	17,279	0,000	23
	γ -глобулиновая фракция, % γ -globulin fraction, %	1	5,739	0,022	3
Возраст / Age	Альбумин, % Albumin, %	4	7,571	0,000	42
	α -глобулиновая фракция, % α -globulin fraction, %	4	16,298	0,000	45
	β -глобулиновая фракция, % β -globulin fraction, %	4	3,946	0,010	21
	γ -глобулиновая фракция, % γ -globulin fraction, %	4	29,915	0,000	69
Пол / Возраст Sex / Age	Альбумин, % Albumin, %	4	1,866	0,140	10
	α -глобулиновая фракция, % α -globulin fraction, %	4	4,258	0,007	12
	β -глобулиновая фракция, % β -globulin fraction, %	4	1,640	0,188	9
	γ -глобулиновая фракция, % γ -globulin fraction, %	4	4,387	0,006	10

возраст и сочетание этих факторов. В ходе статистической обработки полученных результатов установлена сила влияния фактора «пол» на 75% показателей. Самое большое влияние фактор «пол» оказал на β -глобулиновую фракцию. Категориальный фактор «возраст» оказал влияние на 100% показателей. Наибольшее влияние данный фактор оказал на γ -глобулиновую фракцию. И сочетание этих двух факторов оказало влияние на 50% показателей.

Исследование содержания белков и их фракций в сыворотке крови является способом оценки соответствия белкового питания биологическим потребностям организма.

Изучение белковых фракций сыворотки крови животных является важным методом для оценки их здоровья и диагностики различных заболеваний. Каждая фракция содержит определенный набор белков, и изменения в их концентрации или пропорциях могут указывать на наличие патологических процессов в организме.

Например, увеличение содержания глобулинов может свидетельствовать о наличии воспалительного процесса, инфекции, или иммунной реакции на инфекцию. Увеличение содержания альбумина может указывать на дегидратацию, гиповитаминоз, гипопроотеинемия или гипергидратацию.

До шестимесячного возраста у животных происходит интенсивный рост и развитие организма, включая органы, которые ответственны за синтез белков, в том числе и печени, которая является основным источником альбумина в крови. Печень играет ключевую роль в процессах интеграции и регуляции практически всех видов обмена веществ, в том числе и белкового. Наличие в клетках печени хорошо развитой гранулярной эндоплазматической сети и присутствие элементов комплекса Гольджи в разных отсеках гепатоцитов обеспечивает синтез белков, которые используются как самой печенью, так и другими ор-

ганами [18]. Так, более интенсивный рост щенков в возрасте до 6 месяцев, может влиять на уровень белков в крови. Кроме того, к шестимесячному возрасту у енотовидной собаки устанавливается более стабильный гормональный баланс, что также может влиять на синтез белков. Исследования показали, что концентрация альбумина в крови у енотовидных собак снижается к 10 месячному возрасту. В частности, этот возраст приходится на зимний сезон, что связано с периодом подготовки к спячке. К ноябрю масса енотовидной собаки увеличивается почти на 50%. В период зимнего сна обмен веществ у енотовидных собак замедляется, и потеря в массе происходит не так быстро. Тем не менее, в течение зимних месяцев запасы жира у зверей расходуются почти полностью, и они теряют около половины своей массы [19, 20]. Снижение общего метаболизма организма енотовидных собак в зимний период, а также изменение режима питания и других факторов, таких как снижение температуры окружающей среды, может привести к снижению альбумина в крови. По литературным данным уровень основного обмена у енотовидной собаки существенно ниже, чем у других плотоядных пушных зверей [13].

У зверей с возрастом происходит снижение α -глобулиновой фракции, вероятно, из-за изменений в гормональном фоне и биохимических процессах, происходящих в организме. В частности, с возрастом у самцов происходит увеличение уровня тестостерона, что может влиять на синтез белков, в том числе и α -глобулинов. У самок в этот возрастной период происходит активное формирование репродуктивной системы, что влияет на биохимические процессы в организме. В процессе роста и развития, у самок происходит уменьшение объема крови, а также изменение баланса гормонов, включая эстроген и прогестерон [21]. Это может приводить к изменению синтеза глобулинов и уменьшению α -глобулиновой фракции в крови [22]. Таким образом, с возрастом, уровень α -глобулиновой фракции у зверей может снижаться из-за изменений в физиологических и биохимических процессах, происходящих в организме.

Изменения в уровне β -глобулиновой фракции у самцов и самок с возрастом могут быть связаны с разными физиологическими процессами, происходящими в организме. Например, взрослые самцы имеют большую массу тела и объем крови, что может привести к увеличению про-

дукции белковых компонентов, включая β -глобулины. Кроме того, у самцов с возрастом может наблюдаться увеличение активности гепатоцитов (клеток печени), которые синтезируют белки, в том числе β -глобулины [23].

Изучение белковых фракций в сыворотке крови енотовидной собаки является важным для понимания особенностей биохимических процессов этого вида животных, а также может иметь практическое значение в ветеринарной медицине и экологии.

Заключение

Исследование концентрации белков в различных возрастных группах енотовидной собаки позволяет оценить изменения биохимических параметров крови в процессе роста и развития животных, а также выявить возможные патологические изменения. Кроме того, сравнение концентрации белков у самцов и самок енотовидной собаки может помочь понять различия в физиологии и особенностях биохимических процессов между полами.

Изучение белковых фракций в крови енотовидной собаки может иметь значение для экологических исследований, поскольку изменения в концентрации белков могут свидетельствовать о воздействии на животных факторов окружающей среды, таких как загрязнение воды или почвы токсичными веществами.

Исходя из этого, изучение белковых фракций в сыворотке крови енотовидной собаки является важным для понимания физиологии и особенностей биохимических процессов этого вида животных, а также может иметь практическое значение для ветеринарной медицины и экологии.

Список литературы

1. Тютюнник Н.Н., Кожевникова Л.К. Биохимическое тестирование как способ оценки физиологического состояния пушных зверей, разводимых в промышленных комплексах // Сельскохозяйственная биология. 1996. № 2. С. 39-49.
2. Балакирев Н. А., Кузнецов Г. А. / Звероводство. М.: Колос, 2006. 343 с.
3. Калугин Ю.А., Шулюкин К.Н. Морфологические особенности строения волосяного покрова енотовидной собаки клеточного содержания // Кролиководство и звероводство. 2012. № 3. С. 17-19.
4. Возрастные и сезонные изменения антиоксидантной защиты мышечной ткани и морфометрических параметров эритроцитов у ондатры (*Ondatra zibethicus*) / Е.П. Антонова [и др.] // Журнал эволюционной биохимии

- мии и физиологии. 2020. Т. 56, № 5. С. 359-367. DOI: 10.31857/S0044452920050022
5. Березина Ю.А., Беспятых О.Ю., Кокорина А.Е. Изменение биохимического профиля крови сербристо-черной лисицы в постнатальном онтогенезе // Известия НВ АУК. 2019. № 3(55). С. 252-258. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-32
 6. Сезонные особенности гематологических показателей крови у взрослого вуалевого песца в условиях Волго-вятского региона / Ю.А. Березина, [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 1(49). С.32-37.
 7. Сергеев Е.Г. Мониторинг численности поголовья клеточных пушных зверей мониторинг пушных зверей // Кролиководство и звероводство. 2020. № 3. С. 4-13. DOI: 10.24411/0023-4885-2020-10301
 8. Тюфяков В.С., Сюткина А.С., Окулова И.И. Оценка поствакцинального иммунитета при иммунизации щенков енотовидной собаки против чумы плотоядных на фоне применения пробиотика Субалин // VII международная конференция молодых ученых: биофизиков, биотехнологов, молекулярных биологов и вирусологов. 2020. С. 353-355.
 9. Федотов Д.Н., Ковалев К.Д. Экологические аспекты морфогенеза соединительнотканых компонентов поджелудочной железы енотовидной собаки в постнатальном онтогенезе при воздействии радиационного фактора // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021. Т. 248, № 4. С. 238-241.
 10. Федотов Д.Н., Юнусов Х.Б., Ковалев К.Д. Экологические и морфологические аспекты мониторинга органов гомеостатического обеспечения у енотовидной собаки в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. Ташкент: Изд-во «Наврзу», 2021. 96 с.
 11. Берестов В.А. Звероводство. СПб.: Лань, 2002. 128 с.
 12. Енотовидная собака: биология, экология, морфология / Н.А. Сунцова [и др.]. Киров: Аверс, 2014. 500 с.
 13. Звероводство: Учебник / Е.Д. Ильина [и др.]. СПб.: Изд-во «Лань», 2004. 304 с.
 14. Камышников В.С. Клинические лабораторные тесты от А до Я и их диагностические профили. М.: МЕДпресс-информ, 2007. 313 с.
 15. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия / Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. 104 с.
 16. Афанасьев В.А., Перельдик Н.Ш. Клеточное пушное звероводство / М.: Колос, 1966. 399 с.
 17. Ильина Е.Д. Звероводство. М.: Колос, 1975. 288 с.
 18. Жеребцов Н. А., Попова Т. Н., Артюхов В. Г. Биохимия: учебник. Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2002. 696с.
 19. Самусенко Э.Г., Голодушко Б.З. Питание енотовидной собаки в Белоруссии.-Фауна и экология наземных позвоночных Белоруссии. / Минск: Изд-во Мин-ва высшего и среднего спец. и проф. образования БССР, 1961. С.76-81.
 20. Охота на пушных / Ю.А. Герасимов [и др.]. М., 1976. 221 с.
 21. Каштиго Ж.Л., Ипполитова Т.В. Концентрация половых гормонов собак в связи с физиологическим состоянием // Ветеринарная медицина. 2006. №2. С. 32-33.
 22. Current Medical Diagnosis and Treatment, 42th Edition / Ed. by L.M. Tierney, S.J. McPhee, M.A. Papadakis. – McGraw-Hill: Lange Med. Books, 2003.
 23. Камышников В.С. Клинические лабораторные тесты от А до Я и их диагностические профили: справочное пособие. 2-е изд. – Москва: МЕДпресс-информ, 2007. 313 с.

Сведения об авторах:

Березина Юлия Анатольевна – кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела звероводства, лаборатории ветеринарии, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, ORCID: 0000-0001-5082-716X, e-mail: uliya180775@bk.ru

Кошурникова Мария Александровна – кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела звероводства лаборатории ветеринарии, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, ORCID: 0000-0003-3638-3712

Окулова Ираида Ивановна – кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела звероводства лаборатории ветеринарии, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, ORCID: 0000-0001-9938-4769

Беспятых Олег Юрьевич – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», ORCID: 0000-0002-4539-7385

Сизоренко Валерий Станиславович – младший научный сотрудник отдела звероводства, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, ORCID 0009-0001-7792-2447

Домский Игорь Александрович – доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела звероводства лаборатории ветеринарии, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова, ORCID: 0000-0003-1633-1341

Березин Кирилл Николаевич – студент ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», ORCID: 0009-0000-1591-2158

AGE-RELATED CHARACTERISTICS OF PROTEIN FRACTIONS OF RACCOON DOG SERUM

The effect of age on the protein fractions of the raccoon dog

Yu.A. Berezina^{1*}, M.A. Koshurnikova¹, I.I. Okulova¹, O.Yu. Bespyatykh^{1,2}, V.S. Sizorenko¹, I.A. Domskiy¹, K.N. Berezin²

¹Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming

Russia, 61000, Kirov, 79, Preobragenskaya Street

²Vyatka State University

Russia, 610002, Kirov, Orlovskaya st., 12.

*e-mail: uliya180775@bk.ru

Studying protein fractions in the serum of raccoon dogs is a significant biological research task that helps expand our knowledge of the biochemical characteristics of this animal species. In the study, protein fractions of 32 raccoon dogs at the ages of 2, 4, 6, and 10 months from the “Vyatka” breeding farm in the Kirov region were analyzed using the nephelometric method. Females showed an increase in total protein with age, reaching maximum values at 6 months (74.42 g/L). In contrast, males reached their highest values at 4 months (75.06 g/L). Throughout the study, females had higher total protein levels than males (with a 13% difference at 10 months), except for 4-month-old puppies, where male concentration was 5.5% higher compared to females of the same age. It was observed that the quantitative relationships between blood serum proteins change with age. An increase in albumin synthesis was noted in animals during the period of intensive growth and development (reaching 42.7% in males and 45.6% in females at 6 months), while the α -globulin fraction decreased with age in both males and females (dropping to 11% in males and 11.5% in females at 10 months). This may be related to the increased protein requirements for growth and maintaining bodily functions. The minimum values of the γ -globulin fraction (7.95% in males and 13.6% in females) were observed in 2-month-old puppies compared to adult animals. The study revealed the influence of sex and age on protein fractions in the blood of raccoon dogs, which is valuable for evaluating the adequacy of protein nutrition to meet the organism’s biological needs.

Keywords: raccoon dog, protein, albumin, protein fractions, age-related changes.

References

1. Tyutyunnik N.N., Kozhevnikova L.K. Biochemical testing as a way to assess the physiological state of fur-bearing animals bred in industrial complexes // *Agricultural biology*. 1996. No. 2. S. 39-49.
2. Balakirev N. A., Kuznetsov G. A. / *Fur farming*. M.: Kolos, 2006. 343 p.
3. Kalugin Yu.A., Shulyukin K.N. Morphological features of the structure of the hairline of a caged raccoon dog // *Rabbit breeding and fur farming*. 2012. No. 3. S. 17-19.
4. Age and seasonal changes in antioxidant protection of muscle tissue and morphometric parameters of erythrocytes in muskrat (*Ondatra zibethicus*) / E.P. Antonova [et al.] // *Journal of evolutionary biochemistry and physiology*. 2020. V. 56, No. 5. S. 359-367. DOI: 10.31857/S0044452920050022.
5. Berezina Yu.A., Bespyatykh O.Yu., Kokorina A.E. Changes in the biochemical blood profile of the silver fox in postnatal ontogenesis. *Izvestiya NV AUK*. 2019. No. 3(55). pp. 252-258. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-32.
6. Seasonal features of hematological blood parameters in an adult veil fox in the conditions of the Volgo-Vyatka region / Yu.A. Berezina, [and others] // *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2019. No. 1(49). pp. 32-37.
7. Sergeev E.G. Monitoring the number of livestock of caged fur animals Monitoring of fur animals // *Rabbit breeding and fur farming*. 2020. No. 3. S. 4-13. DOI: 10.24411/0023-4885-2020-10301.
8. Tyufyakov V.S., Syutkina A.S., Okulova I.I. Evaluation of post-vaccination immunity during immunization of raccoon dog puppies against canine distemper against the background of the use of the probiotic Subalin // *VII International Conference of Young Scientists: Biophysicists, Biotechnologists, Molecular Biologists and Virologists*. 2020. S. 353-355.
9. Fedotov D.N., Kovalev K.D. Ecological aspects of the morphogenesis of the connective tissue components of the pancreas of a raccoon dog in postnatal ontogenesis under the influence of a radiation factor // *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine*. N.E. Bauman. 2021. V. 248, No. 4. S. 238-241.
10. Fedotov D.N., Yunusov Kh.B., Kovalev K.D. Ecological and morphological aspects of monitoring of homeostatic support organs in a raccoon dog in the exclusion zone of the Chernobyl nuclear power plant. Tashkent: Navruz Publishing House, 2021. 96 p.
11. Berestov V.A. *Fur farming*. St. Petersburg: Lan, 2002. 128 p.
12. *Raccoon dog: biology, ecology, morphology* / N.A. Suntsova [i dr.]. Kirov: Avers, 2014. 500 p.

13. Fur farming: Textbook / E.D. Ilyin [i dr.]. St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2004. 304 p.
14. Kamyshnikov V.S. Clinical laboratory tests from A to Z and their diagnostic profiles. M.: MEDpress-inform, 2007. 313 p.
15. Ivanter E.V., Korosov A.V. Elementary biometrics / Petrozavodsk: PetrGU, 2005. 104 p.
16. V. A. Afanasiev and N. Sh. Cell fur farming / M.: Kolos, 1966. 399 p.
17. Ilyina E.D. Fur farming. M.: Kolos, 1975. 288 p.
18. Stallions N. A., Popova T. N., Artyukhov V. G. Biochemistry: textbook. Voronezh: Voronezh State University Press, 2002. 696p.
19. Samusenko E.G., Golodushko B.Z. Nutrition of the raccoon dog in Belarus. – Fauna and ecology of terrestrial vertebrates in Belarus. / Minsk: Publishing House of the Ministry of Higher and Secondary Special. and prof. education of the BSSR, 1961. S.76-81.
20. Fur hunting. / Yu.A. Gerasimov [i dr.]. M., 1976. 221 p.
21. Kashtigo Zh.L., Ippolitova T.V. The concentration of sex hormones in dogs in connection with the physiological state // Veterinary medicine. 2006. No. 2. pp. 32-33.
22. Current Medical Diagnosis and Treatment, 42th Edition / Ed. by L.M. Tierney, S.J. McPhee, M.A. Papadakis. – McGraw-Hill: Lange Med. Books, 2003.
23. Kamyshnikov V.S. Clinical laboratory tests from A to Z and their diagnostic profiles: a reference guide. 2nd ed. – Moscow: MEDpress-inform, 2007. 313 p.

Information about the authors:

Berezina Yulia Anatolyevna – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Research Officer, Prof. B.M. Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, ORCID: 0000-0001-5082-716X, e-mail: uliya180775@bk.ru

Kochurnikova Maria Alexandrowna – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Research Officer, Prof. B.M. Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, ORCID: 0000-0003-3638-3712

Okulova Iraida Iwanowna – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Research Officer, Prof. B.M. Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, ORCID: 0000-0001-9938-4769

Bespyatykh Oleg Jurjewitsch – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Research Worker, Vyatka State University, ORCID: 0000-0002-4539-7385

Sizorenko Valeriy Stanislavovich – Junior Researcher, Department of Fur Breeding, Prof. B.M. Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, ORCID 0009-0001-7792-2447

Domskiy Igor Alexandrowitsch – Doctor of veterinary sciences, Prof. B.M. Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, ORCID: 0000-0003-1633-1341

Berezin Kirill Nikolaevich – student of Vyatka State University, ORCID: 0009-0000-1591-2158.