
ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

Определение фитонутриентного профиля экстракта сладкого каштана и его влияния на жизнеспособность новорожденных ягнят

**Сергей Васильевич Федотов[✉], Борис Игоревич Елчев,
Наталья Сергеевна Белозерцева, Зинаида Сергеевна Артюшина**

Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

[✉]Автор, ответственный за переписку: s.fedotov@rgau-msha.ru

Аннотация

При определении фитонутриентного профиля сладкого каштана наблюдали наибольшее количество соединений среди флавоноидов и аминокислот, в то время как нефлавоноидный тип полифенолов, кумарины, дубильные вещества, жирные кислоты представлены гораздо меньшим количеством молекул. Категория карбоновых кислот содержала 2 представителя, а у эфиров – всего 1 представитель. В экстракте сладкого каштана обнаруженные флавоноиды включали в себя около 33 фитонутриентов – таких, как нарингенин, рутин, апигенин, лютеолин, гиперозид, акацетин, изорамнетин. В совокупности результаты наших исследований свидетельствуют о сложном фитонутриентном составе экстрактов сладкого каштана, включающем в себя множество соединений, которые могут обладать различными полезными для здоровья животных свойствами. Как в экстракте сладкого каштана, так и в экстракте конского каштана, была обнаружена такая незаменимая аминокислота, как триптофан. Кроме того, в обоих экстрактах были обнаружены некоторые неосновные аминокислоты – такие, как глутаминовая кислота и тирозин. В свою очередь, на долю флавоноидов среди полифенолов, обнаруженных в экстракте конского каштана, приходится около 54,73% от общего количества полифенолов, что указывает на то, что этот экстракт можно считать хорошим источником флавоноидов. В целом исследованные экстракты являются ценными источниками флавоноидов и полифенолов. При сравнительной оценке морфологических, а также биохимических показателей крови опытной и контрольной групп ягнят было установлено, что динамика нормализации показателей у опытной группы выше, чем у контрольной, что может служить маркером фитобиотической активности экстракта сладкого каштана. Расчет абсолютного среднесуточного прироста и относительного прироста живой массы за 6 дней эксперимента опытной группы показал, что среднее значение по АСП живой массы ягнят опытной группы составило $408,4 \pm 4,7$ г/день, а среднее арифметическое значение по относительному приросту – 28,1%; в то время как абсолютный среднесуточный прирост живой массы ягнят контрольной группы составил $298,6 \pm 3,9$ г/день.

Ключевые слова

новорожденные ягнята, экстракт сладкого каштана, экстракт конского каштана, фитонутриентный профиль

Благодарности

Работа выполнена в рамках фронта-2025 программы «Приоритет-2030».

Для цитирования

Федотов С.В., Елчев Б.И., Белозерцева Н.С., Артюшина З.С. Определение фитонутриентного профиля экстракта сладкого каштана и его влияния на жизнеспособность новорожденных ягнят // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2026. № 1. С. 154–169.

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

Determination of the phytonutrient profile of sweet chestnut extract and its effect on the viability of newborn lambs

Sergey V. Fedotov[✉], Boris I. Elchev, Natalya S. Belozertseva,
Zinaida S. Artyushina

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia

[✉]Corresponding author: s.fedotov@rgau-msha.ru

Abstract

In determining the phytonutrient profile of sweet chestnut, the highest diversity of compounds was observed among flavonoids and amino acids, whereas non-flavonoid polyphenols, coumarins, tannins, and fatty acids were represented by significantly fewer molecules. The carboxylic acid category contained two representatives, while only one ester was identified. Detected flavonoids in the sweet chestnut extract included approximately thirty-three phytonutrients, such as naringenin, rutin, apigenin, luteolin, hyperoside, acacetin, and isorhamnetin. Collectively, our results indicate a complex phytonutrient composition in sweet chestnut extracts, comprising numerous compounds that may possess various health-promoting properties for animals. Both sweet chestnut and horse chestnut extracts were found to contain the essential amino acid tryptophan, as well as non-essential amino acids such as glutamic acid and tyrosine. Furthermore, flavonoids accounted for approximately 54.73% of the total polyphenols detected in the horse chestnut extract, suggesting it as a potent source of these compounds. Overall, the studied extracts are valuable sources of flavonoids and polyphenols. A comparative assessment of hematological (morphological) and biochemical blood parameters in experimental and control groups of lambs revealed that the normalization dynamics of these markers were higher in the experimental group, serving as an indicator of the phytobiotic activity of sweet chestnut extract. Calculations of growth performance over the 6-day experiment showed that the absolute average daily gain (ADG) of the experimental group was 408.4 ± 4.7 g/day, with a relative growth rate of 28.1%, while the ADG of the control group was significantly lower at 298.6 ± 3.9 g/day.

Keywords

newborn lambs, sweet chestnut extract, horse chestnut extract, phytonutrient profile

Acknowledgments

The research was supported by the “Frontier 2025” project under the “Priority 2030” Strategic Academic Leadership Program.

For citation

Fedotov S.V., Elchev B.I., Belozertseva N.S., Artyushina Z.S. Determination of the phytonutrient profile of sweet chestnut extract and its effect on the viability of newborn lambs. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2026;(1):154–169.

Введение Introduction

В настоящее время для практикующих ветеринарных врачей весьма актуальным является вопрос поиска новых эффективных и безопасных препаратов, обладающих противовоспалительными свойствами и низкой биодоступностью активных компонентов, которые не ухудшают качество продукции во время и после их применения [1].

Экстракты из целых растений или отдельных органов различных видов растений вызывают все больший интерес в связи с их фитотерапевтическим применением. Это связано в первую очередь с аминокислотами, которые являются незаменимыми элементами при синтезе белков в организме и помогают удовлетворить потребности организма в росте и состоянии здоровья [2–4]. Так, триптофан является предшественником нейротрансмиттеров включая серотонин, дофамин, норадреналин и эпинефрин (адреналин), а также кожного пигмента меланина [5, 6].

Было доказано, что линолевая кислота обладает нейропротекторными и нейропластическими свойствами в животных моделях, связанных с сердечно-сосудистыми и нейродегенеративными заболеваниями. Кроме того, она способна участвовать в биосинтезе простагландинов и клеточных мембран [7, 8].

Исследования олеиновой кислоты показали ее влияние на сердечно-сосудистую систему, поскольку она считается основным компонентом клеточной мембраны и клеточного ядра и способствует растворению и усвоению жирорастворимых витаминов – таких, как витамин Е [9]. Было показано, что олеиновая кислота улучшает липидный профиль крови, поддерживает здоровый вес тела и смягчает митохондриальную дисфункцию, резистентность к инсулину и сигналы, связанные с воспалением, в клетках нейронов и скелетных мышцах, вызванные пальмитиновой кислотой. Вместе с олеиновой кислотой линоленовая кислота участвует в профилактике и лечении сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний благодаря выведению холестерина [10].

Галловая кислота (3,4,5-тригидроксibenзойная кислота) обладает антиоксидантными, противораковыми, анти-ВИЧ, противовозвненными, противовоспалительными, антимикробными и противогрибковыми свойствами [11]. В последнее время сообщения о возможном участии кислоты в уменьшении повреждения нейронов и амилоидной невропатологии мозга, характерной для болезни Альцгеймера, и об улучшении когнитивных функций за счет сжигания свободных радикалов и ингибирования олигомеризации Аβ значительно активизировали исследования этого соединения и общий интерес к его свойствам [12].

Хорошо известно, что полифенолы растительного происхождения обладают антиоксидантными свойствами, и это позволяет им защищать от воспалений и болезней, вызванных окислительным стрессом или связанных с ним [13].

Применение фитопрепаратов является актуальным для профилактики заболеваний у новорожденного ягнят, особенно в условиях промышленной технологии. В этот период жизни признаки различных патологий могут встречаться почти у 100% новорожденных животных с максимальным пиком отхода в первые 2 недели жизни [14]. Особое внимание при этом должно быть уделено процессам нарушения метаболизма в системе «Мать – плацента – плод». Эти нарушения приводят к увеличению числа случаев мертворождения, появления гипотрофных ягнят со сниженной массой тела, а также ягнят, у которых недоразвиты ориентировочный и сосательный рефлексы [15].

Смертность новорожденных ягнят значительно снижает продуктивность отар овец. Уровень смертности новорожденных ягнят должен составлять от 3 до 5%. Это требует от работников своевременной и точной диагностики причин смертности.

В первую очередь следует провести соответствующие клинические и патологические обследования и определить возраст павших ягнят. Далее следует провести обследование стада, выявить особенности разведения и кормления [15].

У ослабленных ягнят часто развивается алиментарная дистрофия, встречаются случаи падежа. Как отмечено выше, дисбактериоз может быть следствием различных причин. Но в основе этиопатогенеза данного патологического состояния новорожденного молодняка чаще всего бывает ахлоргидрия, при которой не происходит активации протеаз сычужного сока, а также активации чужеродной микрофлоры, проникшей в пищеварительный тракт с кормом [16].

Экономические потери от болезней новорожденных ягнят складываются из следующих показателей: гибель заболевших ягнят, задержка роста и увеличение затрат на кормление. Предел неонатальной смертности в овцеводстве при любых обстоятельствах должен составлять 5%, но может достигать 50%, особенно в мясных стадах. Также у переболевших ягнят часто наблюдается значительная задержка роста, что приводит к отправке молодняка с неоптимальным весом на убой. В результате неоптимального роста ягнят увеличивается коэффициент конверсии корма. Чтобы исправить ситуацию, нужно давать корма с повышенным содержанием энергии и белка, но такие рационы являются более дорогими [17, 18]. Следовательно, для обеспечения населения качественной бараниной в ближайшие годы предстоит существенно увеличить ее производство. Для достижения данной цели необходимо значительно повысить продуктивность овец, а это возможно только в том случае, когда будет уделено больше внимания сохранению жизнеспособности новорожденных ягнят [19, 20]. Этого можно достигнуть разными способами, в том числе применением фитобиотиков, созданных на основе стандартизированных экстрактов растений, в самые ранние периоды жизни ягнят.

Цель исследований: идентификация биоактивных фитохимических соединений в экстрактах сладкого и конского каштана и определение их влияния на жизнеспособность новорожденных ягнят

Методика исследований

Research method

Научно-исследовательская работа проводилась в лаборатории ВЭЖХ–МС кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Для оценки физиологических эффектов, оказываемых экстрактами растений, проведен количественный и качественный анализ содержания фенольных соединений и выполнена оценка антиоксидантной и антибактериальной активности стандартизированных экстрактов (СЭ) из молодых побегов сладкого каштана (*Castanea vesca*) и конского каштана (*Aesculus hippocastaneum*).

Перед консервированием образцы каждого вида растений отбирались и хранились при температуре 4°C до поступления в лабораторию контроля качества. По этим образцам проводился анализ влажности. Определенное содержание влаги использовалось для расчета количества растворителя, необходимого для достижения соотношения сухого растения и растворителя 1:20. Затем определялся начальный объем растворителя. Растворитель представлял собой смесь 96% (v/v) этанола и глицерина в соотношении 1:1.

Растительный материал измельчали и смешивали с консервирующим растворителем, добавляя рассчитанное количество. Полученная смесь растений и растворителя периодически перемешивалась в течение 20 дней по 20 мин дважды в день.

Затем твердые и жидкие компоненты смеси были разделены, а извлеченный твердый растительный материал был дополнительно отжат для повышения выхода экстракта. Затем оба экстрагированных раствора были объединены для получения концентрированных экстрактов для использования в дальнейших исследованиях.

Анализ профилей фитонутриентов проводили с использованием системы жидкостной хроматографии сверхвысокого давления (ВЭЖХ) Dionex Ultimate 3000RS, оснащенной колонкой Thermo Scientific Accucore C18, L./I.D. 100/2,1 мм (размер частиц – 2,6 мкм). Эта установка была соединена с масс-спектрометром (МС) Thermo Q Exactive Orbitrap с источником ионизации электрораспылением (ESI), обеспечивающим точность 5 ppm.

Общее содержание фенолов рассчитывали, как эквиваленты галловой кислоты по калибровочной кривой стандартных растворов галловой кислоты (2–40 мг/мл) и выражали в мг эквивалентов галловой кислоты (GAE)/мг экстракта (на сухой основе). Все реагенты относились к аналитическому классу и были приобретены у Merck, Дармштадт, Германия. Анализы проводились в трех экземплярах, результаты статистически оценивались с помощью программы Excel, Microsoft office.

Общее содержание флавоноидов измеряли спектрофотометрически при длине волны 510 нм. Содержание всех флавоноидных соединений в исследуемых образцах определяли по калибровочной кривой, для которой использовали катехин. Результат приведен в пересчете на мг катехина/100 г продукта. Все реагенты принадлежали аналитическому классу и были приобретены у Merck, Дармштадт, Германия. Все анализы проводились в трех экземплярах, результаты статистически оценивались с помощью программы Excel, Microsoft office.

Количественный анализ выбранных полифенолов, специфичных для экстрактов, выполняли с помощью Тандем масс-спектрометрии. Для этого использовали систему Shimadzu Nexera I LC–MS-8045 (Киото, Япония), оснащенную четвертичным насосом и автодозатором, а также зондом ESI и масс-спектрометром с квадрупольным стержнем. Разделение проводили на обращенно-фазовой колонке Luna C18 (150 мм x 4,6 мм x 3 мм, 100 Å) производства Phenomenex (Torrance, CA, USA) при температуре 40°C. Подвижная фаза представляла собой градиент из метанола (Merck, Darmstadt, Germany) и ультрачистой воды, приготовленной с помощью системы Simplicity Ultra Pure Water Purification System (Merck Millipore, Billerica, MA, USA). В качестве органического модификатора использовали муравьиную кислоту (Merck, Darmstadt, Germany). Метанол и муравьиная кислота относились к марке LC/MS. Скорость потока составляла 0,5 мл/мин, продолжительность каждого анализа – 35 мин.

Детектирование проводили на квадрупольном стержневом масс-спектрометре с ионизацией электрораспылением (ESI) в режимах отрицательных и положительных ионов MRM (Multiple Reaction Monitoring). Температура интерфейса поддерживалась на уровне 300°C. Азот использовался для испарения и в качестве осушающего газа при давлении 35 фунтов на квадратный дюйм и расходе 10 л/мин соответственно. Капиллярный потенциал был установлен на +3000 В.

Концентрации стандартов оценивали по 1 мкл образцов, а идентификацию проводили путем сравнения МС-спектров и переходов между выделенными полифенолами и стандартами. Идентификация и количественное определение основывались на первичном переходе из МС-спектров каждого соединения, а калибровочные кривые строились соответствующим образом.

Для определения влияния экстракта сладкого каштана на жизнеспособность новорожденных ягнят были сформированы опытная и контрольная группы ягнят в возрасте 1 день, по 6 особей в каждой группе. Суточная доза для ягнят составляла 5 г/особь в день, исследования проводились на 1, 3 и 6 дни жизни.

Оценка морфологии крови включает в себя исследование эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина. Элементами для оценки системы эритроцитов являлись: RBC (общее количество эритроцитов); гематокрит, гемоглобин (Hb); MCV (средний объем эритроцитов); MCH (среднее содержание гемоглобина в одном эритроците); MCHC (средняя концентрация гемоглобина в эритроците); RDW (индекс анизоцитоза эритроцитов).

Расчет абсолютного среднесуточного прироста живой массы и относительного прироста массы ягнят. Взвешивание ягнят производилось каждый день. Абсолютный среднесуточный прирост живой массы вычисляется по формуле:

$$A = \frac{w_1 - w_0}{t},$$

где A – абсолютный среднесуточный прирост; W_1 – живая масса конечная; W_0 – живая масса начальная; t – время.

Относительный прирост живой массы рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{w_1 - w_0}{w_0} \times 100\%.$$

Оценка жизнеспособности новорожденных ягнят. Жизнеспособность новорожденных ягнят оценивалась при помощи анализа полученных результатов исследований морфологических и биохимических показателей крови, а также по абсолютному и относительному приросту живой массы животных. За новорожденными ягнятами проводилось постоянное наблюдение до 20-дневного возраста.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

Для выявления фитонутриентных профилей исследуемых экстрактов был проведен качественный анализ с использованием тандем масс-спектрометрии. С помощью этого метода было идентифицировано 73 из сладкого каштана и 93 из конского каштана специфических компонентов, которые соответствуют категориям биологически активных соединений – таких, как полифенолы, флавоноиды, кумарины, иридоиды, алкалоиды, amino- или карбоновые кислоты, лигнаны, терпеноиды и витамины (рис. 1).

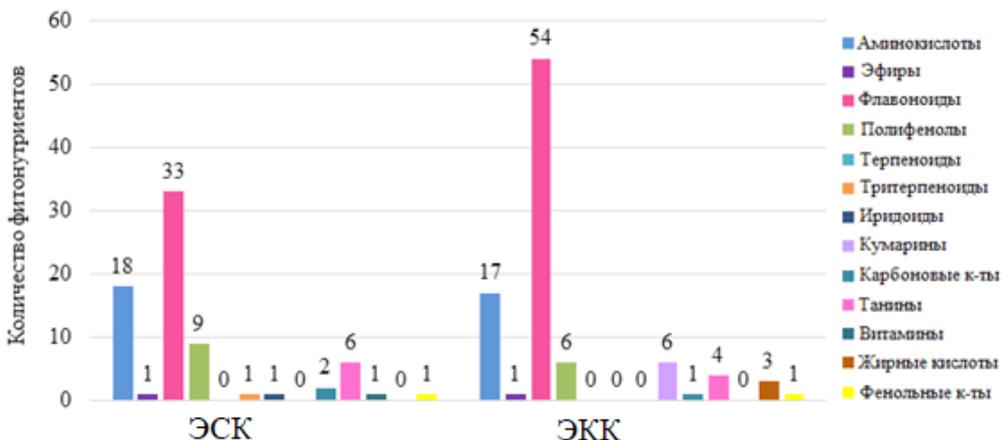


Рис. 1. Фитонутриентный профиль экстрактов сладкого (ЭСК) и конского (ЭКК) каштана

Figure 1. Phytonutrient profile of sweet chestnut (SCE) and horse chestnut (HCE) extracts

При определении фитонутриентного профиля сладкого каштана наблюдали наибольшее количество соединений среди флавоноидов и аминокислот, в то время как нефлавоноидный тип полифенолов, кумарины, дубильные вещества, жирные кислоты представлены гораздо меньшим количеством молекул. Категория карбоновых кислот содержит 2 представителя, а у эфиров – всего 1 представитель.

Содержание полифенолов в сладком каштане было представлено 6 фенольными веществами, в том числе кофейной, феруловой и п-кумаровой кислотами. Как в экстракте сладкого каштана, так и в экстракте конского каштана, была обнаружена такая незаменимая аминокислота, как триптофан. Кроме того, в обоих экстрактах были обнаружены некоторые неосновные аминокислоты – такие, как глутаминовая кислота и тирозин. Эти аминокислоты действуют как возбуждающие нейротрансмиттеры, причем глутаминовая кислота является предшественником для синтеза тормозной гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), а тирозин участвует в синтезе нейротрансмиттера дофамина, который далее преобразуется в катехоламины – такие, как норэпинефрин (норадреналин) и эпинефрин (адреналин).

Таким образом, плоды каштана и полученные из них пищевые добавки и функциональные продукты питания оказывают существенную поддержку здоровью нервной системы и кожи. Другие фитохимические соединения, идентифицированные в экстрактах сладкого (ЭСК) и конского (ЭКК) каштана, представляли собой фенольные фитохимические соединения – такие, как галловая кислота (3,4,5-тригидроксибензойная кислота). Хиновая кислота, карбоновая кислота, обнаруженные в экстракте сладкого каштана, улучшают восстановление ДНК и приводят к ингибированию NF-κB. В свою очередь, хиновая кислота обладает радиопротекторной и противовоспалительной активностью.

Обнаруженные в экстракте сладкого каштана флавоноиды включают в себя около 33 фитонутриентов – таких, как нарингенин, рутин, апигенин, лютеолин, гиперозид, акацетин, изорамнетин (рис. 1).

Один тритерпеноид также был идентифицирован в ЭСК как бревифолия карбоновая кислота, которая обладает антиоксидантной активностью благодаря гетероциклической структуре, состоящей из сопряженных диенов и полярных ОН групп. Предполагается, что она способна действовать как окислительно-восстановительный агент с возможностью взаимодействовать с другими реактивными видами, способствующими ее антиоксидантной способности.

Идентификация биоактивных фитохимических соединений с помощью ВЖХ–МС в экстрактах сладкого каштана позволила обнаружить кумарины – такие, как эскулетин, скополетин и кумароиловый эфир. Эти соединения обладают антиоксидантными и противовоспалительными свойствами.

Каталпол (иридоид) образует важную и специфическую категорию фитонутриентов в экстракте сладкого каштана, поскольку он обладает ингибирующей активностью в отношении биосинтеза оксида азота – соединения, участвующего в физиологических и патологических процессах: таких, как хроническое воспаление.

Среди витаминов в ЭСК нами был выделен рибофлавин (витамин В2), который является ключевым компонентом флавиновых коферментов ФМН и ФАД. Эти коферменты участвуют в энергетическом обмене, клеточном дыхании, выработке антител, расщеплении жиров, стероидов и лекарств.

Результаты проведенных нами исследований в совокупности свидетельствуют о сложном фитонутриентном составе экстрактов сладкого каштана, включающем в себя множество соединений, которые могут обладать различными полезными для здоровья свойствами. Так, конский каштан, который издавна считается лекарственным растением, используется для лечения болей в желудке, проблем с пищеварением,

диареи, лихорадки, камней в почках, ревматизма, геморроя и сосудистых заболеваний. По результатам анализов методом масс-спектрометрии определено, что экстракт конского каштана (ЭКК) содержит относительно большое количество фитонутриентов – таких, как полифенолы (включая флавоноиды и нефлавоноиды), аминокислоты, карбоновые и жирные кислоты (рис. 1).

Особого внимания заслуживает класс флавоноидов, состоящий из 54 соединений. В эту группу входят флавонолы – такие, как кверцетин, каэмпферол, мирицетин, рамназин и изорамнетин, а также флаваноны (сакуранетин). Кроме того, среди полифенолов, не относящихся к флавоноидам, были обнаружены такие вещества, как неохлорогеновая кислота и кумаровая кислота. Присутствие таких жирных кислот, как пальмитиновая, линолевая и олеиновая, отличает состав ЭКК от экстрактов сладкого каштана.

В экстрактах конского и сладкого каштана также был обнаружен этиловый эфир галловой кислоты. Этил галлат – растительный метаболит, обладающий антиоксидантным, противовоспалительным и противовирусным действием. Сама галловая кислота подавляет всасывание жиров и сахаров, содержащихся в пище, и снижает уровень триглицеридов и сахара в крови.

Результаты общего содержания флавоноидов и полифенолов представлены в таблице 1. Согласно полученным данным экстракты сладкого и конского каштана имеют практически одинаковое количество общих полифенолов. В то же время по содержанию флавоноидов экстракт конского каштана превосходит экстракт сладкого почти в 2 раза. Однако на долю флавоноидов среди полифенолов, обнаруженных в экстракте конского каштана, флавоноиды составляют около 54,73% от общего количества полифенолов. Это указывает на то, что данный экстракт можно считать хорошим источником флавоноидов. В целом исследованные экстракты являются ценными источниками флавоноидов и полифенолов.

Существует несколько методов, которые можно использовать для оценки антиоксидантного потенциала. Нами использован метод антиоксидантной активности к свободным синтетическим долгоживущим радикалам (DPPH) и метод FRAP, основанный на восстановлении Fe(III) – трипиридил триазинового комплекса в Fe(II) комплексе при низких pH.

Таблица 1

Общее содержание флавоноидов и полифенолов, содержащихся в исследуемых экстрактах

Table 1

Total flavonoid and polyphenol content in the studied extracts

Показатели	Экстракт сладкого каштана	Экстракт конского каштана
Общее количество полифенолов, выраженное в галловой кислоте, мг/мл	320,59±2,01	312,74±2,91
Общее количество флавоноидов, выраженное в катехине, мг/мл	82,96±2,57	169,87±8,23 **
% флавоноидов от общего количества полифенолов	27,15	55,14 **

*p<0,05.

**p<0,001.

DPPH действует как поглотитель водородных радикалов, и уровень его снижения означает антиоксидантный потенциал исследуемых экстрактов. Полумаксимальная ингибирующая концентрация (IC50) показывает, какое количество экстракта необходимо для подавления антиоксидантной активности DPPH в 2 раза. Таким образом, экстракт конского каштана является более эффективным антиоксидантом по сравнению с экстрактом сладкого каштана (табл. 2).

Анализ железо-восстанавливающей активности (FRAP) показывает способность антиоксидантов из исследуемых экстрактов восстанавливать комплекс железа. При этом экстракт сладкого каштана повысил антиоксидантный потенциал FRAP экстракта конского каштана на 10,25%.

По данным ВЖХ–МС исследований было принято решение о дальнейшем испытании экстракта сладкого каштана на новорожденных ягнятах.

При проведении оценки влияния экстракта на жизнеспособность ягнят был выполнен анализ биохимических показателей крови каждого ягненка опытной и контрольной групп и выведена погрешность измерения (рис. 2, 3).

Таблица 2

Оценка специфического антиоксидантного потенциала исследуемых экстрактов

Table 2

Evaluation of the specific antioxidant potential of the studied extracts

Экстракты	DPPH антиоксидантный потенциал, мг/мл	FRAP антиоксидантный потенциал, мг/мл
Экстракт сладкого каштана	47,68 ± 2,54	39,44 ± 3,68*
Экстракт конского каштана	68,91 ± 4,19**	35,71 ± 2,48

*p<0,05.

**p<0,001.

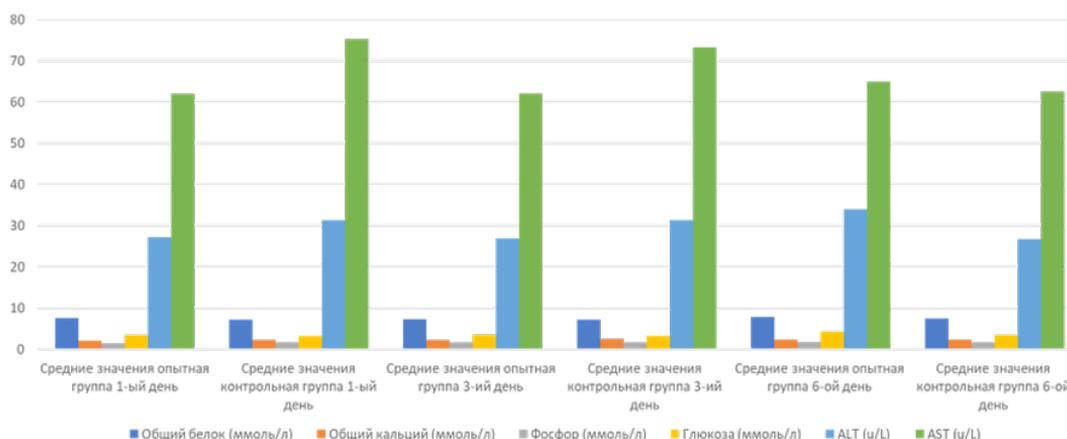


Рис. 2. Средние значения биохимических показателей крови опытной и контрольной групп на 1, 3 и 6 дни проведения исследований

Figure 2. Mean values of blood biochemical parameters in the experimental and control groups on days 1, 3, and 6 of the study

Выполнив сравнительную оценку результатов анализов крови в первые сутки в опытной и контрольной группах, выяснили, что показатели крови обеих групп находятся в пределах нормы. Также замечено небольшое снижение морфологических показателей в первые сутки жизни, характерное для новорожденных ягнят.

При выполнении сравнительной оценки результатов биохимического исследования крови в первые и третьи сутки можно отметить, что показатели опытной группы начинают приходить в норму у каждой исследуемой особи в отличие от контрольной группы (рис. 4).

При сравнении результатов биохимического и морфологического исследования крови на 1, 3 и 6 дни можно отметить, что показатели крови опытной группы пришли в норму у каждой особи, причем нормализация показателей происходила значительно быстрее, чем в контрольной группе. Это позволяет сделать заключение о том, что применение экстракта сладкого каштана в комплексе с молозивом оказывает положительное влияние на динамику нормализации биохимических и морфологических показателей крови ягнят в неонатальный период (рис. 5).

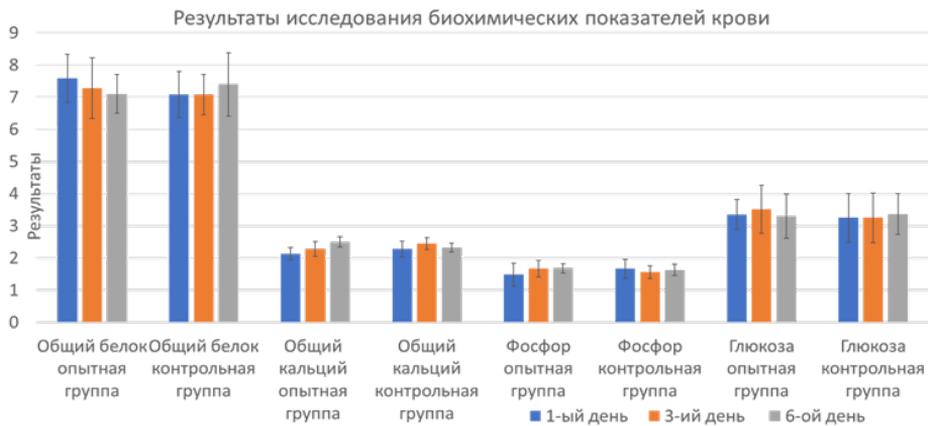


Рис. 3. Результаты биохимического анализа крови на 1, 3 и 6 дни (экспериментальная и контрольная группы)

Figure 3. Blood biochemical analysis results on days 1, 3, and 6 (experimental and control groups)

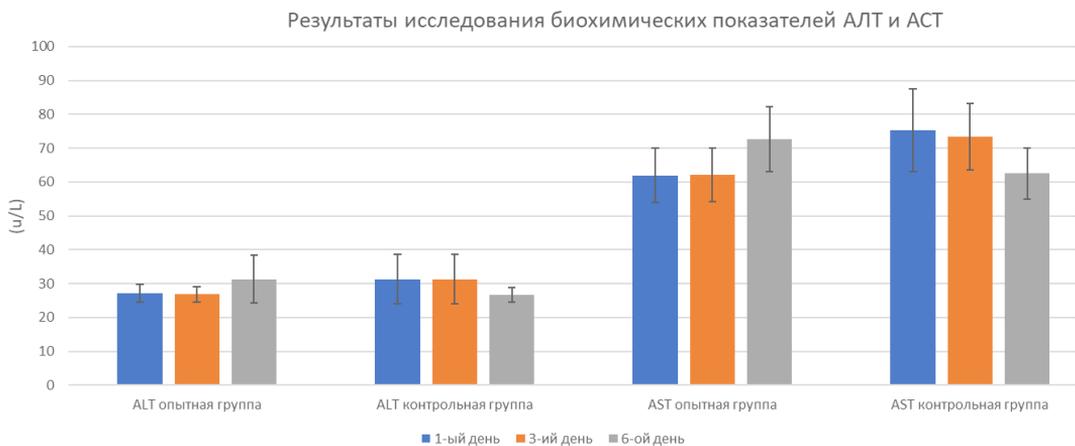


Рис. 4. Результаты исследования биохимических показателей АЛТ и АСТ на 1, 3 и 6 дни (экспериментальная и контрольная группы)

Figure 4. Biochemical parameters (ALT and AST) on days 1, 3, and 6 (experimental and control groups)

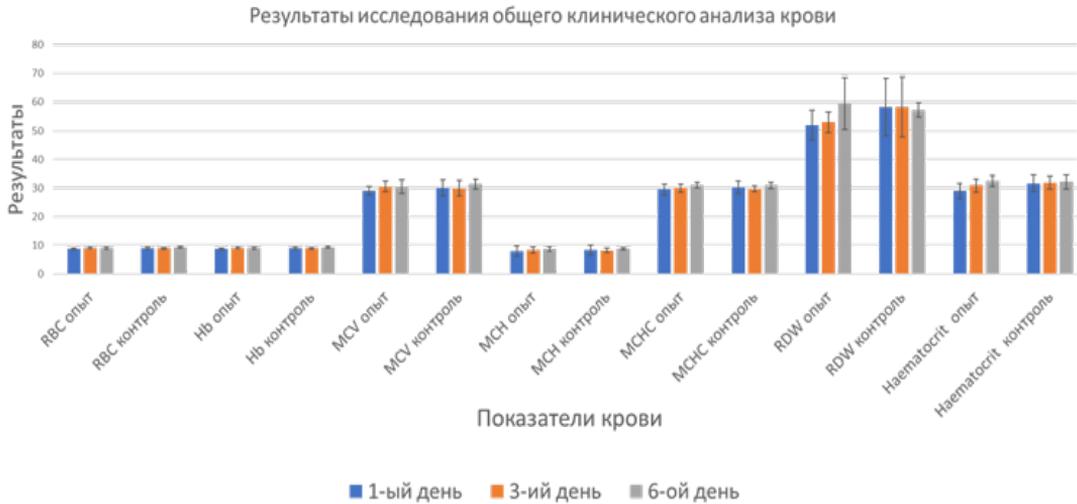


Рис. 5. Результаты исследования морфологических показателей крови опытной и контрольной групп ягнят

Figure 5. Morphological parameters of the blood in the experimental and control groups of lambs

Дополнительно определяли абсолютный среднесуточный прирост живой массы, для чего ежедневно проводили взвешивание каждой особи опытной и экспериментальной групп, а также производили расчет относительного прироста массы.

Расчет абсолютного среднесуточного прироста и относительного прироста живой массы за 6 дней эксперимента опытной группы показал, что среднее значение по АСП живой массы ягнят опытной группы составило $408,4 \pm 4,7$ г/день, а среднее арифметическое значение по ОПМ – 28,1%, в то время как абсолютный среднесуточный прирост живой массы ягнят контрольной группы составил $298,6 \pm 3,9$ г/день (табл. 3).

Таблица 3

Результаты абсолютного среднесуточного прироста (АСП) живой массы и относительного прироста массы (ОПМ) ягнят опытной и контрольных групп с 1 по 6 дни (n = 6)

Table 3

Absolute average daily gain (ADG) and relative growth rate (RGR) of lambs in the experimental and control groups from day 1 to day 6 (n=6)

Показатели	Группы	Дни					
		1	2	3	4	5	6
Абсолютный среднесуточный прирост, г/день	опыт	360	436	396	393	450	413
	контроль	316	280	256	310	310	316
относительный прирост массы, %	опыт	25,1	30,8	27,4	26,6	31,6	27,3
	контроль	22,1	18,0	17,2	21,9	20,4	20,5

Исходя из сравнительной оценки результатов, можно заключить, что применение экстракта сладкого каштана положительно влияет на динамику неонатального периода, прирост живой массы новорожденных ягнят и, следовательно, способствует сохранению жизнеспособности животных.

Выводы **Conclusions**

Проведенные исследования по идентификации биоактивных фитохимических соединений (аминокислот, фенольных соединений, флавоноидов, дубильных веществ, кумаринов, жирных кислот и некоторых нуклеозидов) в экстрактах сладкого и конского каштана с помощью масс-спектрометрии были направлены в первую очередь на подбор фитобиотической основы для создания ветеринарных препаратов.

При определении фитонутриентного профиля сладкого каштана наблюдали наибольшее количество соединений среди флавоноидов и аминокислот, в то время как нефлавоноидный тип полифенолов, кумарины, дубильные вещества, жирные кислоты представлены гораздо меньшим количеством молекул. Категория карбоновых кислот содержала 2 представителя, а у эфиров – всего 1 представитель.

В экстракте сладкого каштана обнаруженные флавоноиды включали в себя около 33 фитонутриентов – таких, как нарингенин, рутин, апигенин, лютеолин, гиперозид, акацетин, изорамнетин.

В совокупности результаты проведенных нами исследований свидетельствуют о сложном фитонутриентном составе экстрактов сладкого каштана, включающем в себя множество соединений, которые могут обладать различными полезными для здоровья животных свойствами.

Как в экстракте сладкого каштана, так и в экстракте конского каштана, была обнаружена такая незаменимая аминокислота, как триптофан. Кроме того, в обоих экстрактах были обнаружены некоторые неосновные аминокислоты – такие, как глутаминовая кислота и тирозин.

В свою очередь, на долю флавоноидов среди полифенолов, обнаруженных в экстракте конского каштана, приходится около 54,73% от общего количества полифенолов. Это указывает на то, что данный экстракт можно считать хорошим источником флавоноидов. Исследованные экстракты в целом являются ценными источниками флавоноидов и полифенолов.

При выполнении сравнительной оценки морфологических, а также биохимических показателей крови опытной и контрольной групп было установлено, что динамика нормализации показателей у опытной группы выше, чем у контрольной, что может служить маркером фитобиотической активности экстракта сладкого каштана.

Расчет абсолютного среднесуточного прироста и относительного прироста живой массы за 6 дней эксперимента опытной группы показал, что среднее значение по АСП живой массы ягнят опытной группы составило $408,4 \pm 4,7$ г/день, а среднее арифметическое значение по относительному приросту – 28,1%, в то время как абсолютный среднесуточный прирост живой массы ягнят контрольной группы составил $298,6 \pm 3,9$ г/день.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку ветеринарных препаратов для промышленного овцеводства на основе экстракта сладкого каштана, а также эффективных методов их доставки.

Список источников

1. Симонов П.Г., Алиев А.Ю., Федотов С.В. Определение остаточного количества действующих веществ препарата «Аргумистин» в молоке при лечении субклинических маститов // *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2024. № 2 (50). С. 254–260. <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyг.ecol.202402012>
2. Варданян З.С., Байрамян Л.Е., Саакян Г.Р., Мхитарян А.К. и др. Биоэкологическая характеристика растений облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides* L.) в различных местообитаниях Лорийского марза // *Тимирязевский биологический журнал*. 2025. № 1. С. 202531202. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-1-2-02>
3. Шертаева Н.Т., Шаграева Б.Б., Кыбраева Н.С., Битурсын С.С. Количественное определение биологически активных веществ растения *Lepidium ruderales* // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2022. № 3. С. 70–73. <https://doi.org/10.17513/mjpf.13370>
4. Zhou T., DallaSanta K., Nazarenko L., Schmidt G.A. et al. The impact of increasing stratospheric radiative damping on the quasi-biennial oscillation period. *Atmos. Chem. Phys.* 2021;21(9):7395-7407. <https://doi.org/10.5194/acp-21-7395-2021>
5. Шейбак В.М., Павлюковец А.Ю. Триптофан – ключевой метаболит гомеостаза и регулятор функций организма // *Гематология и гастроэнтерология*. 2021. Т. 5. С. 143–149. <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2021-5-2-143-149>
6. Höglund E., Øverli Ø., Winberg S. Tryptophan Metabolic Pathways and Brain Serotonergic Activity: A Comparative Review. *Frontiers in endocrinology*. 2019;10:158-164. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00158>
7. Лисицын А.Б., Чернуха И.М., Лунина О.И. Конъюгированная линолевая кислота: новые возможности для создания функциональных мясных продуктов // *Все о мясе*. 2018. № 5. С. 14–17. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2018-5-14-17>
8. Blondeau N., Lipsky R.H., Bourourou M., Duncan M.W. et al. Alpha-linolenic acid: an omega-3 fatty acid with neuroprotective properties-ready for use in the stroke clinic? *Biomed. Res. Int.* 2015;24:1512-1521. <https://doi.org/10.1155/2015/519830>
9. Терещук Л.В., Старовойтова К.В., Лобова Т.В., Чуглина К.С. Технологические аспекты производства кислоты олеиновой из рапсового масла // *Техника и технология пищевых производств*. 2013. № 2(29). С. 62–67.
10. Visioli F., Poli A. Fatty acids and cardiovascular risk. Evidence, lack of evidence, and diligence. *Nutrients*. 2020;9(12):3760-3782. <https://doi.org/10.3390/nu12123782>
11. Olszowy-Tomczyk M., Wianowska D. Antioxidant properties of Selected Flavonoids in Binary Mixtures-Considerations on Myricetin, Kaempferol and Quercetin. *Int. J. Mol. Sci.* 2023;13:24-36. <https://doi.org/10.3390/ijms241210070>
12. Yu X., Li W., Ma Y., Tossel K. et al. GABA and glutamate neurons in the VTA regulate sleep and wakefulness. *Nat. Neurosci.* 2019;22:106-119. <https://doi.org/10.1038/s41593-018-0288-9>
13. Бобрышева Т.Н., Анисимов Г.С., Золоторева М.С., Бобрышев Д.В. и др. Полифенолы как перспективные биологически активные соединения // *Вопросы питания*. 2023. Т. 92, № 1 (545). С. 28–35. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-1-92-107>
14. Юлдашбаев Ю.А., Муханов Н.Б., Кудияров Р.И., Куликова К.А. и др. Рост и развитие ягнят казахской грубошерстной курдючной породы в условиях Приаралья // *Аграрная наука*. 2018. Т. 7-8. С. 42–44. EDN: XZFAHB
15. Авдеенко В.С., Федотов С.В., Булатов Р.Н. Применение селеноорганического препарата «Селенолин» для профилактики гестоза у суягных овец и повышение оплодотворяемости в послеродовой период // *Вестник*

Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 12 С. 91–95. EDN: XDRURJ

16. Santos Júnior D.A., Olinda R.G., Oliveira Filho E.F., Soares P.C., et al. Nutritional muscular dystrophy in lambs reared on pasture in semiarid region of Brazil. *Research, Society and Development*. 2020;9(7): e506974642. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4642>

17. Holmoy I.H., Waage S., Granquist E.G., L'Abée-Lund T.M. et al. Early neonatal lamb mortality: postmortem findings. *Animal*. 2017;11(2):295-305. <https://doi.org/10.1017/S175173111600152X>

18. Swarnkar C.P., Gowane G.R., Prince L.L.L. Sonawane G.G. Risk factor analysis for neonatal lamb mortality in Malpura sheep. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2019;89:640-644. <https://doi.org/10.56093/ijans.v89i6.91121>

19. McHugh N., Berry D.P. Pabiou, T. Risk factors associated with lambing traits. *Animal*. 2016;10:89-9511. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001664>

20. Абонеев В.В., Абонеева Е.В. Некоторые пути сохранения и совершенствования племенных ресурсов в отечественном овцеводстве // *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2022. № 3. С. 3–6. <https://doi.org/10.26897/2074-0840-2022-3-3-6>

References

1. Simonov P.G., Aliev A.Yu., Fedotov S.V. Determination of the residual amount of active substances “Argumistin” in milk in the treatment of subclinical mastitis. *Russian Journal Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology*. 2024;(2(50)):254-260. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/vet.san.hyg.ecol.202402012>

2. Vardanyan Z.S., Bairamyan L.E., Sahakyan G.R., Mkhitarian H.K. et al. Bioecological characteristics of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in different habitats of Lori Province, Armenia. *Timiryazev Biological Journal*. 2025;(1):202531202. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-1-2-02>

3. Shertaeva N.T., Shagraeva B.B., Kybraeva N.S., Bitursyn S.S. Quantitative determination of biologically active substances of plant *Lepidium ruderale*. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy*. 2022;(3):70-73. (In Russ.) <https://doi.org/10.17513/mjpf.13370>

4. Zhou T., DallaSanta K., Nazarenko L., Schmidt G.A. et al. The impact of increasing stratospheric radiative damping on the quasi-biennial oscillation period. *Atmos. Chem. Phys.* 2021;21(9):7395-7407. <https://doi.org/10.5194/acp-21-7395-2021>

5. Sheibak V.M., Pauliukovets A.Yu. Tryptophan: a key metabolite of homeostasis and a regulator of body functions. *Hematology and Gastroenterology*. 2021;5(2):143-149. (In Russ.) <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2021-5-2-143-149>

6. Höglund E., Øverli Ø., Winberg S. Tryptophan Metabolic Pathways and Brain Serotonergic Activity: A Comparative Review. *Frontiers in endocrinology*. 2019;10:158-164. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00158>

7. Lisitsyn A.B., Chernukha I.M., Lunina O.I. Conjugated linoleic acid: new possibilities to create functional meat products. *Vsyo o Myase*. 2018;(5):14-17. (In Russ.) <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2018-5-14-17>

8. Blondeau N., Lipsky R.H., Bourourou M., Duncan M.W. et al. Alpha-linolenic acid: an omega-3 fatty acid with neuroprotective properties-ready for use in the stroke clinic? *Biomed. Res. Int*. 2015;24:1512-1521. <https://doi.org/10.1155/2015/519830>

9. Terechuk L.V., Starovojtova K.V., Lobova T.V., Chuqlina K.S. Technological aspects of production of oleic acid from rape oil. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2013;(2(29)):62-67. (In Russ.)

10. Visioli F., Poli A. Fatty acids and cardiovascular risk. Evidence, lack of evidence, and diligence. *Nutrients*. 2020;9(12):3760-3782. <https://doi.org/10.3390/nu12123782>
11. Olszowy-Tomczyk M., Wianowska D. Antioxidant properties of Selected Flavonoids in Binary Mixtures-Considerations on Myricetin, Kaempferol and Quercetin. *Int. J. Mol. Sci.* 2023;13:24-36. <https://doi.org/10.3390/ijms241210070>
12. Yu X., Li W., Ma Y., Tossel K. et al. GABA and glutamate neurons in the VTA regulate sleep and wakefulness. *Nat. Neurosci.* 2019;22:106-119. <https://doi.org/10.1038/s41593-018-0288-9>
13. Bobrysheva T.N., Anisimov G.S., Zolotoreva M.S., Bobryshev D.V. et al. Polyphenols as promising bioactive compounds. *Problems of Nutrition*. 2023;92(1(545)):28-35. (In Russ.)
14. Yuldashbaev Yu.A., Muhanov N.B., Kudiyarov R.I., Kulikova K.A. et al. Study of economic-biological indicators of perspective hybrid lines of bread wheat. *Agrarian Science*. 2018;(7-8):42-44. (In Russ.)
15. Avdeyenko V.S., Fedotov S.V., Bulatov R.N. Application of organoselenium product selenolin to prevent gestational toxicosis in pregnant ewes and increase fertility in postpartum period. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016;(12(146)):91-95. (In Russ.)
16. Santos Júnior D.A., Olinda R.G., Oliveira Filho E.F., Soares P.C. et al. Nutritional muscular dystrophy in lambs reared on pasture in semiarid region of Brazil. *Research, Society and Development*. 2020;9(7): e506974642. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4642>
17. Holmoy I.H., Waage S., Granquist E.G., L'Abée-Lund T.M. et al. Early neonatal lamb mortality: postmortem findings. *Animal*. 2017;11(2):295-305. <https://doi.org/10.1017/S175173111600152X>
18. Swarnkar C.P., Gowane G.R., Prince L.L.L. Sonawane G.G. Risk factor analysis for neonatal lamb mortality in Malpura sheep. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2019;89:640-644. <https://doi.org/10.56093/ijans.v89i6.91121>
19. McHugh N., Berry D.P. Pabiou, T. Risk factors associated with lambing traits. *Animal*. 2016;10:89-9511. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001664>
20. Aboneev V.V., Aboneeva E.V. Some ways of preserving and improving breeding resources in domestic sheep breeding. *Ovtsy, kozy, sherstyanoje delo*. 2022;(3):3-6. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/2074-0840-2022-3-3-6>

Сведения об авторах

Сергей Васильевич Федотов, д-р вет. наук, заведующий кафедрой ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: s.fedotov@rgau-msha.ru

Борис Игоревич Елчев, аспирант кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: boris.elchev@mail.ru

Наталья Сергеевна Белозерцева, канд. биол. наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный

университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: nsfetisova@mail.ru

Зинаида Сергеевна Артюшина, канд. вет. наук, доцент кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: artyshina.zinaida@yandex.ru

Information about the authors

Sergey V. Fedotov, DSc (Vet), Head of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: s.fedotov@rgau-msha.ru

Boris I. Elchev, postgraduate student of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: boris.elchev@mail.ru

Natalya S. Belozertseva, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: nsfetisova@mail.ru

Zinaida S. Artyushina, CSc (Vet), Associate Professor of the Department of Morphology and Veterinary Expertise, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; e-mail: artyshina.zinaida@yandex.ru