

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 637.5/615.3

DOI: doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2024-68-02

EDN: CPPOIR

Обогащение природными антиоксидантами белково-липидного комплекса для мясопродуктов

Баяна Анатольевна Баженова¹, Светлана Юрьевна Лескова²,
Анастасия Галимзяновна Бурханова³, Евгения Игоревна Баймеева⁴,
Владимир Цыренович Гомбоев⁵, Екатерина Владимировна Шушурихина⁶

^{1,2,3,4,5,6} Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия

¹ bayanab@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-7380-5959>

² s_leskova@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-2938-4752>

³ nastenka_bur94@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0000-3404-7002>

⁴ priem207@mail.ru; <http://orcid.org/0009-0003-0074-0762>

⁵ vova_gomboev@mail.ru; <http://orcid.org/0009-0002-8203-2497>

⁶ e.shushurikhina@mail.ru; <http://orcid.org/0009-0007-8314-3750>

Аннотация. Представлены результаты исследований потенциала антиокислительных свойств экстракта из листьев черники. Черника (*Vaccinium myrtillus*) – невысокий кустарник 20–30 см, активно произрастающий в зоне тайги Забайкальского региона. В пищу применяют плоды, которые имеют синевато-черную окраску, богаты дубильными веществами, антоцианами, танинами и другими веществами. Помимо плодов в качестве лекарственных средств используются листья и побеги черники, которые также содержат различные биологически активные вещества и рекомендуются для использования при болезнях глаз, желудочно-кишечного тракта, сахарном диабете, в геронтологии, при лечении ожогов, стоматитов и т.д. Предложено введение в состав белково-липидного комплекса (БЛК) 5 % экстракта из листьев черники, богатого биологически активными веществами с антиоксидантными свойствами. Такая доза обеспечивает содержание антиоксидантов в количестве 3,72 % и способствует торможению окислительных процессов при хранении БЛК. Термическая обработка незначительно снижает общее количество антиоксидантов в БЛК. Дальнейшее использование БЛК с экстрактом из листьев черники в составе фаршевых мясопродуктов может способствовать торможению окислительных процессов в готовом продукте и способствовать обогащению мясного изделия природными антиоксидантами.

Ключевые слова: листья черники, экстракт, суммарное содержание антиоксидантов, белково-липидный комплекс

Финансовая поддержка: работа выполнена при поддержке гранта «Молодые ученые ВСГУТУ-2024».

Для цитирования: Баженова Б. А., Лескова С. Ю., Бурханова А. Г., Баймеева Е. И., Гомбоев В. Ц., Шушурихина Е. В. Обогащение природными антиоксидантами белково-липидного комплекса для мясопродуктов // Научные труды Дальрыбвтуза. 2024. Т. 68, № 2. С. 19–26.

FOOD SYSTEMS

Original article

Enrichment of the protein-lipid complex for meat products with natural antioxidants

**Bayana A. Bazhenova¹, Svetlana Yu. Leskova², Anastasia G. Burkhanova³,
Evgeniya I. Baimeeva⁴, Vladimir Ts. Gomboev⁵, Ekaterina V. Shushurikhina⁶**

^{1,2,3,4,5,6} East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

¹ bayanab@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-7380-5959>

² s_leskova@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-2938-4752>

³ nastenka_bur94@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0000-3404-7002>

⁴ priem207@mail.ru; <http://orcid.org/0009-0003-0074-0762>

⁵ vova_gomboev@mail.ru; <http://orcid.org/0009-0002-8203-2497>

⁶ e.shushurikhina@mail.ru; <http://orcid.org/0009-0007-8314-3750>

Abstract. This article presents the results of research on the potential of antioxidant properties of blueberry leaf extract (*vaccinium myrtillus*), which grows in the Trans-Baikal region. Blueberry (*vaccinium myrtillus*) is a low shrub 20-30 cm, actively growing in the taiga zone of the Trans-Baikal region. Fruits that have a bluish-black color, rich in tannins, anthocyanins, flavonols and other substances are used for food. In addition to fruits, blueberry leaves and shoots are used as medicines, which also contain various biologically active substances and are recommended for use in diseases of the eyes, gastrointestinal tract, diabetes mellitus, in gerontology, in the treatment of burns, stomatitis, etc. The introduction of a 5% extract from blueberry leaves, rich in biologically active substances with antioxidant properties, into the composition of the protein-lipid complex is proposed. This dose provides an antioxidant content of 3,72% and helps to inhibit oxidative processes during storage of the protein-lipid complex. Heat treatment slightly reduces the total amount of antioxidants in the protein-lipid complex. Further use of BLK with extract from blueberry leaves as part of minced meat products can participate in the processes of inhibition of oxidative processes in the finished product and contribute to the enrichment of meat products with natural antioxidants.

Keywords: blueberry leaves, extract, total antioxidant content, protein-lipid complex

Financing Support: the work was carried out with the support of the grant Young Scientists of VSGUTU-2024.

For citation: Bazhenova B. A., Leskova S. Yu., Burkhanova A. G., Baimeeva E. I., Gomboev V. Ts., Shushurikhina E. V. Enrichment of the protein-lipid complex for meat products with natural antioxidants. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2024; 68(2):19–26. (in Russ.).

Введение

Дикорастущее сырье является источником важнейших для человека биологически активных веществ. В Забайкалье произрастает стелящийся кустарник – черника (*Vaccinium myrtillus*). Показано, что плоды черники содержат танины, дубильные вещества, антоцианы и другие вещества [1, 2]. Однако помимо плодов в качестве лекарственных средств используются листья и побеги черники, которые также содержат различные биологически активные

вещества и рекомендуются для использования при болезнях глаз, желудочно-кишечного тракта, сахарном диабете, в геронтологии, при лечении ожогов, стоматитов и т.д. [3].

Листья черники обыкновенной обладают высокой физиологической ценностью из-за наличия биологически активных веществ. В данном растительном сырье обнаружены такие флавоноиды, как рутин, гиперозид, изокверцетин, которые, проявляя антиоксидантные свойства, вместе с другими природными восстановителями (каротиноиды и витамин С) способны регулировать окисление [4].

При исследовании влияния имитированного процесса пищеварения на общее количество полифенолов и антоцианов винограда *Vitis labrusca*, а также их антиоксидантную активность показано, что моделирование желудочно-кишечного транзита вызвало снижение содержания полифенолов и общего количества антоцианов [5].

Применение природных соединений с антиоксидантным действием представляет достаточно большой практический интерес. В работе [6] подтверждена эффективность обогащения продуктов питания антиоксидантами для коррекции прооксидантно-антиоксидантного баланса пищевого рациона у людей.

Авторы статьи [7] исследовали дикорастущие виды рода *Allium* и установили, что эти растения содержат микроэлемент селен, который обладает высокими антиоксидантными свойствами. Показано, что введение его в пищевые продукты будет способствовать повышению иммуномодулирующих свойств организма.

Обоснована целесообразность применения в рецептуре рубленых полуфабрикатов экстракта шалфея [8]. Авторы изучили его влияние на технологические свойства, качество и сроки годности готового продукта. Предложено оптимальное количество экстракта – 0,1 % к массе сырья.

Таким образом, ученые пищевой отрасли показали, что введение в пищевые продукты природных биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами будет способствовать снижению уровня заболеваний организма человека, вызванных окислительным стрессом. Все больше внимания уделяется растительным экстрактам [9], поскольку они в целом признаны безопасными [10].

На основании анализа литературы выявлено, что в составе пищевых продуктов целесообразно использование биологически активных веществ с антиоксидантными свойствами из растительного сырья, например, настои, отвары и экстракты полезных для здоровья человека растений. Отмечено, что листья черники содержат биологически активные вещества полифенольной природы. Однако не выявлено действие экстракта из листьев черники на динамику окисления липидов. В связи с вышеуказанной целью работы явилось исследование влияния экстракта из листьев черники на динамику окислительных процессов в белково-липидном комплексе, получившим широкое применение в мясной промышленности.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований служили листья черники, экстракт из высушенных листьев черники, белково-липидный комплекс.

Сбор листьев черники (*Vaccinium myrtillus*) был осуществлен в период 2022 г. в фазу массового цветения в Заиграевском районе на территории Ангирского заповедника Республики Бурятия. Собранные листья черники были отсортированы по размеру и качеству с удалением желтых и поврежденных листьев, промыты водой, высушены при температуре от 22 до 25 °С, упакованы в бумажные пакеты.

Для осуществления процесса экстрагирования высушенные листья черники измельчали, помещали в химические сосуды объемом 100 мл с притертой крышкой, заливали (в соотношении 1 : 8) 40 % водно-спиртовым раствором, который традиционно используется в качестве экстрагента для растительного сырья. Для проведения экстракции содержимое перемешивали и сосуды размещали во встряхивателе (Erap, Польша) в течение 30 мин при комнат-

ной температуре (20–22 °С), 120 кол./мин. После экстрагирования при постоянном перемешивании опытные образцы подвергали воздействию сверхвысокочастотных волн с целью повышения эффективности процесса извлечения биологически активных веществ. Для чего закрытые сосуды с содержимым помещали в микроволновую печь марки Samsung GW712BR (Samsung, Вьетнам) мощностью 850 Вт, продолжительность обработки составила 9–10 мин. Полученные образцы экстракта листьев черники фильтровали через лавсановую ткань и фильтровальную бумагу.

С целью изучения антиоксидантной активности экстракта из листьев черники были подготовлены образцы белково-липидного комплекса (БЛК). В качестве контроля была принята стандартная рецептура БЛК, состоящая из белкового компонента (9 %), воды (45,5 %) и жирового компонента (45,5 %). В качестве белковой составляющей можно использовать белковый изолят или другие белковые препараты, в качестве жирового компонента – животный жир, растительное масло или комбинацию разных видов жира. В опытный образец БЛК вводили разработанный экстракт в количестве от 4 до 10 %.

Органолептическая характеристика экстракта из листьев забайкальской черники проводилась согласно ГОСТ 18078-72.

Интенсивность процессов окисления липидов в БЛК оценивали по величине перекисного числа (ПЧ) по стандартной методике, основанной на реакции взаимодействия продуктов окисления жиров сырья с йодистым калием в растворе уксусной кислоты и хлороформа с последующим количественным определением выделившегося йода раствором тиосульфата натрия титриметрическим методом (ГОСТ Р 51487-99).

Кислотность среды определяли потенциометрическим методом.

Содержание водорастворимых витаминов и органических кислот определяли на приборе «Капель-105М» методом капиллярного электрофореза с косвенным детектированием при длине волны 190 нм [11].

В ходе эксперимента определяли суммарное содержание антиоксидантов на приборе «ЦветЯуза-01-АА» с амперометрическим детектированием [12].

Экспериментальные исследования проводились в 3-кратной повторности, статистическую обработку данных проводили с использованием Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Растительное сырье является ценным ресурсом биологически активных веществ, в том числе с антиоксидантными свойствами. Применение фитокомпонентов в технологии пищевых продуктов не только обогащает продукт антиоксидантами, но и способствует торможению процессов окисления.

Анализ местного дикорастущего возобновляемого растительного сырья показал, что высоким содержанием антиоксидантов отличается черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus L.*), а именно ее листья. Были разработаны параметры эффективной экстракции биологически активных веществ, которые представлены в статье [13].

Показатели качества экстракта из листьев черники представлены в табл. 1.

Экстракт обладает высокими органолептическими характеристиками, пищевой ценностью и обогащен антиоксидантами (табл. 1). Было исследовано влияние экстракта листьев черники, содержащего биологически активные вещества с антиокислительными свойствами, на процессы окисления БЛК для дальнейшего его использования в составе фаршевых мясопродуктов. Белково-липидные комплексы традиционно используются в составе мясопродуктов в количестве до 20 % для улучшения функционально-технологических характеристик, повышения выхода и стабильности при хранении готового продукта [14–15]. К тому же предварительное диспергирование экстракта из листьев черники позволит равномерно распределить его по всей массе и будет способствовать повышению его сохранности антиоксидантов.

Таблица 1

Качественные показатели экстракта из листьев черники

Table 1

Qualitative indicators of blueberry leaf extract

Показатели	Характеристика
Наличие осадка	Жидкость без осадка и посторонних включений
Вкус и запах	Терпкий, слегка травяной, без горечи
Цвет	Насыщенный коричневый
pH	4,17±0,20
Содержание сахаров, %	15,40±0,52
Содержание органических кислот, %	8,40±0,53
Содержание аскорбиновой кислоты, мг%	0,29±0,02
Суммарное содержание антиоксидантов, %	14,42±0,16

В качестве контроля была принята стандартная рецептура БЛК, состоящая из белкового компонента (9 %), воды (45,5 %) и жирового компонента (45,5 %). В качестве белковой составляющей можно использовать белковый изолят или другие белковые препараты, в качестве жирового компонента – животный жир, растительное масло или комбинацию разных видов жира. Рациональную дозу внесения экстракта в состав БЛК определяли исходя из органолептической оценки качества (критериями оценки служили: цвет, запах и консистенция). Были внесены от 4 до 10 % экстракта листьев черники в рецептуру БЛК вместо воды. Анализ органолептических показателей показал, что внесение более 5 % вызывает заметное изменение окраски эмульсии в сторону коричневой, поэтому было принято вносить экстракт в количестве 5 %.

Были проведены исследования химического состава обогащенного белково-липидного комплекса (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав белково-липидного комплекса

Table 2

Chemical composition of the protein-lipid complex

Показатели	Значение	
	БЛК (контроль)	БЛК с экстрактом листьев черники (опыт)
Массовая доля влаги, %	46,5±0,1	46,1±0,2
Массовая доля белка, %	8,9±0,10	8,8±0,10
Массовая доля жира, %	40,8±0,2	40,5±0,1
Массовая доля углеводов, %	3,9±0,10	4,8±0,10
Суммарное содержание антиоксидантов, мг/100 г	81,1±7,2	372,2±11,3
Соотношение белок : жир : влага	1:5,2:4,6	1:5,2:4,6

По содержанию основных компонентов контрольный и опытный образцы белково-липидного комплекса не отличаются и имеют одинаковое соотношение основных компонентов (табл. 2). Установлено более высокое содержание в обогащенном БЛК антиоксидантов (в 4,6 раза) за счет введения экстракта из листьев черники.

Так как экстракт листьев черники имеет высокое содержание веществ с антиоксидантными свойствами, было изучено изменение перекисного числа в БЛК при хранении при температуре 2–4 °С в течение 5 сут по сравнению с контрольным вариантом (рис. 1).

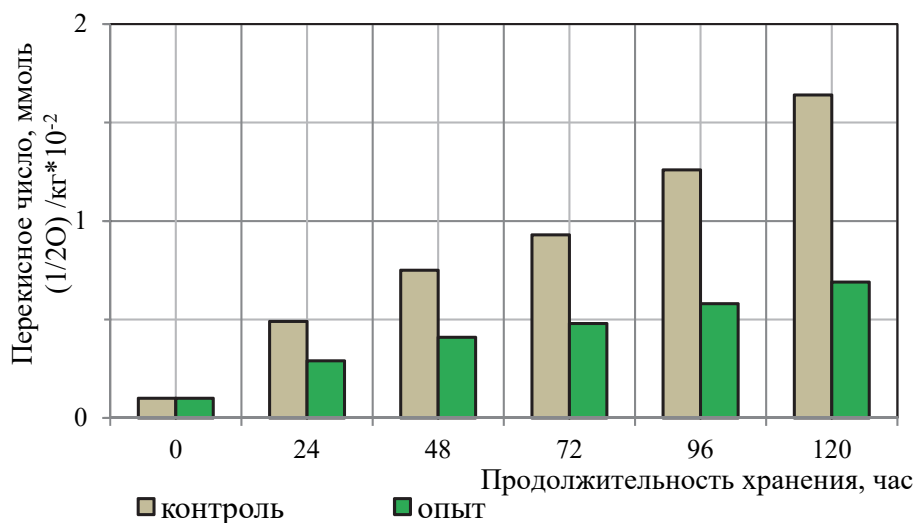


Рис. 1. Динамика перекисного числа в белково-липидном комплексе. Составлено авторами
 Fig. 1. Dynamics of the peroxide number in the protein-lipid complex

Данные рис. 1 подтверждают, что введение экстракта из листьев черники способствует торможению окислительных процессов в БЛК (норматив – до 10 ммоль акт. кислорода/кг продукта). Процессы окисления имеют характер непрерывной цепной реакции, затормозить которую способны вещества с высокими антиокислительными свойствами, содержащиеся в листьях черники.

Поскольку БЛК предназначен для внесения на стадии составления рецептуры фаршевых мясных изделий, то было изучено суммарное содержание антиоксидантов в белково-липидном комплексе до и после тепловой обработки (рис. 2).

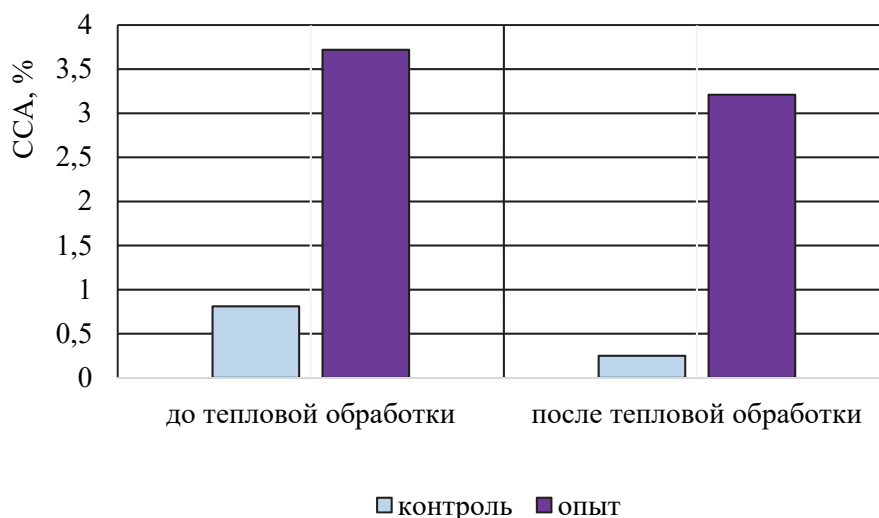


Рис. 2. Суммарное содержание антиоксидантов в процессе тепловой обработки. Составлено авторами
 Fig. 2. The total content of antioxidants in the heat treatment process

Приведенные на рис. 2 данные наглядно свидетельствуют о том, что в процессе тепловой обработки суммарное содержание антиоксидантов снижается незначительно. Вероятно, это происходит из-за сорбирования биологически активных веществ листьев черники компонентами, входящими в структуру БЛК.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований предложено введение в состав белково-липидного комплекса 5 % экстракта из листьев черники, богатого биологически активными веществами с антиоксидантными свойствами. Такая доза обеспечивает содержание антиоксидантов в количестве 372,2 мг/100 г и способствует торможению окислительных процессов при хранении белково-липидного комплекса. Термическая обработка незначительно снижает общее количество антиоксидантов в белково-липидном комплексе. Дальнейшее использование комплекса с экстрактом из листьев черники в составе фаршевых мясopодуктов будет способствовать процессам торможения окислительной порчи готового продукта и обогащению мясного изделия природными биологически активными веществами.

Список источников

1. Типсина Н. Н., Яковчик Н. Ю. Исследование черники // Вестник КрасГАУ. Красноярск. 2013. № 11(86). С. 283–285.
2. Белова Е. А., Тритэк В. С., Шульгау З. Т. Изучение фенольных соединений ягод трех видов растений рода *Vaccinium*, произрастающих в Ханты-Мансийском автономном округе // Химия растительного сырья. Барнаул, 2020. № 1. С. 107–116. DOI: 10.14258/jcrpm.2020014534.
3. Куркин В. А., Рязанова Т. К., Петрухина И. К. Черника обыкновенная: современные подходы к стандартизации сырья и созданию лекарственных препаратов. Самара, 2014. 127 с.
4. Баженова Б. А., Жамсаранова С. Д., Замбулаева Н. Д. и др. Пути повышения сохранности природных антиоксидантов в мясных изделиях // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2020. Т. 10, № 1(32). С. 84–94. DOI: 10.21285/2227-2925-2020-10-1-84-94.
5. Granese T., Cardinale F., Cozzolino A. [et al.] Variation of polyphenols, anthocyanins and antioxidant power in the strawberry grape (*Vitis labrusca*) after simulated gastro-intestinal transit and evaluation of in vitro antimicrobial activity // Food and Nutrition Sciences. 2014. Vol. 5. P. 60–65. DOI: 10.4236/fns.2014.51008.
6. Быков И. М., Басов А. А., Быков М. И., Ханферьян Р. А. Сравнительная оценка антиокислительной активности и содержания прооксидантных факторов у различных групп пищевых продуктов // Вопросы питания. 2014. Т. 83, № 4. С. 75–81.
7. Ширшова Т. И., Бешлей И. В., Голубкина Н. А. и др. Эссенциальные микронутриенты – компоненты антиоксидантной защиты в некоторых видах рода *Allium* // Овощи России. 2019. № 1. С. 68–79.
8. Kausar T., Azad Z., Anwar S., Shahid S., Kausar M. Application of natural antioxidants for the formulation of functional meat products // Neuro Pharmac Journal. 2021. Vol. 12. P. 269–276. DOI: 10.37881/1.636.
9. Цурупа М. А., Боровская Л. В. Методы получения CO₂ экстрактов фитосырья и их применение в рыбной и мясной продукции // The Scientific Heritage. Будапешт. 2021. № 81–2(81). С. 41–43.
10. Бурак Л. Ч. Содержание и значение функциональных продуктов с использованием сока бузины // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2020. № 5. С. 41–49. DOI:10.24411/2658-3569-2020-10089.
11. Комарова Н. В. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». Санкт-Петербург, 2006. 212 с.
12. Яшин Я. И., Рыжнёв В. Ю., Яшин А. Я., Черноусова Н. И. Природные антиоксиданты – надежная защита человека от опасных болезней и старения. М., 2008. С. 122.
13. Vazhenova B. A., Leskova S. Yu., Dobretsky R. A., Khankhalaeva I. A., Shalbuev D. V., Kong B. Effect of blueberry (*vaccinium myrtillus*) leaves extract, obtained by microwave

heating on the dynamics of animal fat oxidation processes // Theory and Practice of Meat Processing. 2023. Т. 8, № 2. С. 124–131.

14. Баженова Б. А., Данилов М. Б., Забалуева Ю. Ю. Белково-жировая эмульсия для производства функциональных мясопродуктов // Sciences of Europe. 2018. № 33–1(33). С. 23–27.

15. Салаватулина Р. М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. 2-е изд. СПб. : Изд-во «ГИОРД», 2005.

Информация об авторах

Б. А. Баженова – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология продуктов животного происхождения. Товароведение», SPIN-код: 9246-6785, AuthorID: 598376.

С. Ю. Лескова – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов животного происхождения. Товароведение», SPIN-код: 6226-1059, AuthorID: 367415.

А. Г. Бурханова – преподаватель кафедры «Технология продуктов животного происхождения. Товароведение», SPIN-код: 8995-9400, AuthorID: 969037.

Е. И. Баймеева – аспирант кафедры «Технология продуктов животного происхождения. Товароведение», SPIN-код: 1513-6447, AuthorID: 1177010.

В. Ц. Гомбоев – магистрант кафедры «Технология продуктов животного происхождения. Товароведение».

Е. В. Шушурихина – магистрант кафедры «Технология продуктов животного происхождения. Товароведение».

Information about the authors

B. A. Bazhenova – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology of Animal Products. Commodity Science, SPIN-code: 9246-6785, AuthorID: 598376.

S. Yu. Leskova – PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Animal Products. Commodity Science, SPIN-code: 6226-1059, AuthorID: 367415.

A. G. Burkhanova – Lecturer of the Department of Technology of Animal Products. Commodity Science, SPIN-code: 8995-9400, AuthorID: 969037.

E. I. Baimeeva – Postgraduate student of the Department of Technology of Animal Products. Commodity Science, SPIN-code: 1513-6447, AuthorID: 1177010.

V. Ts. Gomboev – Masters degree student of the Department of Technology of Animal Products. Commodity Science.

E. V. Shushurikhina – Masters degree student of the Department of Technology of Animal Products. Commodity Science.

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 31.05.2024; принята к публикации 10.06.2024.

The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 31.05.2024; accepted for publication 10.06.2024.