

КОРМА, КОРМЛЕНИЕ, КОРМОПРОИЗВОДСТВО / FEED, FEEDING, FEED PRODUCTION

Научная статья / Scientific paper

УДК 636.3

DOI: 10.26897/2074-0840-2025-3-27-32

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА, ВЫРАЩИВАЕМОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В РАЦИОНЕ БИФИДОГЕННОЙ ДОБАВКИ

Т.М. ГИРО¹✉, И.А. ГОРБАНОВ²✉, Х.И. САИДМУРОДОВ³✉

¹ ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация; ✉ giro.tm@rgau-msha.ru;

² ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Российская Федерация; ✉ i.gorbanov@yandex.ru;

³ Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан; ✉ kstu@kstu.uz

OPTIMIZATION OF SMALL RUMINANT PRODUCTION THROUGH THE USE OF A BIFIDOGENIC MACROELEMENT FEED SUPPLEMENT

Т.М. GIRO¹✉, I.A. GORBANOV²✉, KH.I. SAIDMURODOV³✉

¹ Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation; ✉ giro.tm@rgau-msha.ru;

² Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russian Federation; ✉ i.gorbanov@yandex.ru;

³ Karshi state technical university. ✉ kstu@kstu.uz

Аннотация. В статье представлены результаты комплексных исследований эффективности применения кормовой добавки «ЛактуВет-1» в рационах баранчиков эдильбаевской породы, выращенных в условиях Саратовской области. Показано, что введение «ЛактуВет-1» (20 г/голову/сутки, 90 суток) значительно увеличивает живую массу и среднесуточный прирост, повышает убойный выход и мясную продуктивность, стимулирует накопление макроэлементов (Ca, Mg, P, K, Na) в мышечной ткани. Гистологический анализ продемонстрировал более однородную структуру мышечных волокон, а органолептическая оценка подтвердила высокие вкусовые качества и питательную ценность мяса. Безопасность продукции подтверждена низким содержанием токсичных элементов и соответствием микробиологических показателей нормативам. Экономическая оценка показала рентабельность технологии на уровне 20,95%.

Ключевые слова: мелкий рогатый скот, бифидогенная добавка, живая масса, баранина, органолептика, микроструктура, микроэлементы, тяжелые металлы

Summary. This paper presents the results of comprehensive studies on the efficacy of the feed additive "LactuVet-1" in the diets of Edilbay lambs reared under the conditions of the Saratov region. It was shown that daily supplementation with LactuVet-1 (20 g per head for 90 days) significantly increases live weight and average daily gain, enhances slaughter yield and meat productivity, and promotes the accumulation

of macroelements (Ca, Mg, P, K, Na) in muscle tissue. Histological analysis revealed a more uniform muscle-fiber structure, while sensory evaluation confirmed the high taste quality and nutritional value of the meat. Product safety was demonstrated by low levels of toxic elements and full compliance with microbiological standards. An economic assessment indicated that the technology achieves a profitability of 20.95%.

Keywords: small ruminants; bifidogenic supplement; live weight, lamb, organoleptic properties, microstructure, microelements, heavy metals

Введение. Современное овцеводство сталкивается с ключевой проблемой – отсутствием эффективных методов целенаправленного улучшения качественных характеристик баранины на этапе выращивания животных. Это ограничивает производство специализированных продуктов и увеличивает зависимость от ресурсоемкой постобработки сырья [1, 2, 3]. Одновременно актуальной задачей является обеспечение населения, особенно в регионах с дефицитом питательных веществ, мясной продукцией повышенной биологической ценности. Решение этой задачи требует совершенствования методов обогащения мяса путем коррекции рациона животных с применением кормовых добавок [4, 5]. Однако большинство существующих методик направлено

преимущественно на стимуляцию роста животных, а не на формирование заданных нутриентных свойств сырья, необходимых для производства функциональных продуктов [6, 7]. В связи с этим исследование сосредоточено, во-первых, на корректировке рациона овец эдильбаевской породы с использованием кормовой добавки «ЛактуВет-1» для формирования в мясном сырье целевых функциональных характеристик сырья для обеспечения стабильного качества продуктов из баранины. Данное направление соответствует стратегическим задачам повышения конкурентоспособности отечественной сельхозпродукции [8, 9]. Важным преимуществом используемой добавки «ЛактуВет-1» является сочетание двух функционально значимых компонентов: лактулозы (бифидогенный пребиотик) и биодоступных форм макроэлементов (кальция, фосфора, магния, калия и натрия), способствующих накоплению жизненно важных минеральных веществ в организме животных и, как следствие, повышению нутритивной ценности получаемого мясного сырья [10]. Такой подход соответствует концепции прижизненного формирования функциональных свойств продукции, что отвечает современным требованиям рынка здорового питания.

Таким образом, для комплексного решения обозначенных задач и повышения эффективности технологического процесса производства мясных изделий необходимы системные исследования в области животноводства и пищевых технологий. Статья посвящена систематической оптимизации прижизненного формирования функциональных свойств баранины для использования в продуктах питания.

Целью исследований являлась комплексная оценка продуктивности баранчиков эдильбаевской породы, выращенных с применением бифидогенной макроэлементной добавки «ЛактуВет-1» и качество баранины.

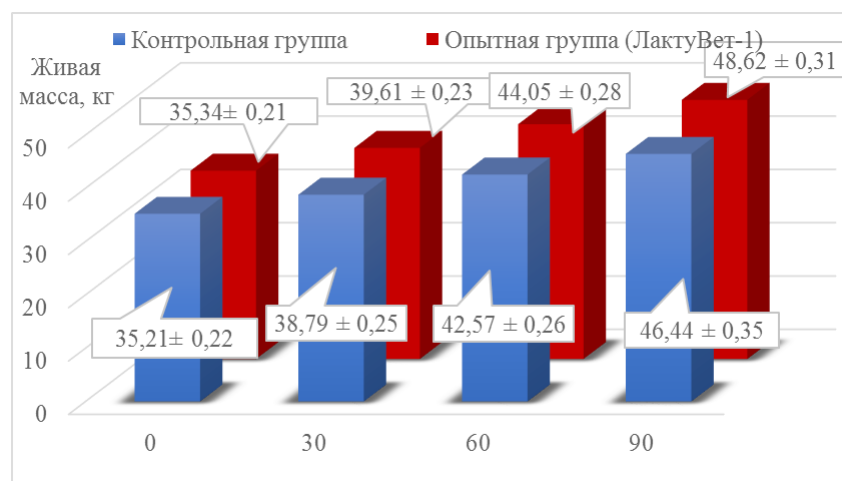


Рис. 1. Динамика живой массы овец эдильбаевской породы в контрольной и опытной группах (n = 20)

Fig. 1. Dynamics of live weight of Edilbay sheep in the control and experimental groups (n = 20)

Методы и объекты исследований. В соответствии с целью и задачами исследований объектами исследования являлись: баранчики эдильбаевской породы, туши животных, баранина.

Исследования проводились на базе стационара ветеринарной клиники Института ветеринарной медицины и фармации ФГБОУ ВО Вавиловский университет, а также на базе Центра коллективного пользования «Симбиоз» Федерального исследовательского центра Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН (ФИЦ ИБФМ РАН). Промышленная апробация проводилась в УНПК «Пищевик» (г. Саратов).

Результаты исследований анализировались методами статистической обработки в программе Microsoft Office Excel (построение таблиц, графиков) и на языке программирования Python (категоризация, сортировка и количественный анализ результатов). Для анализа данных применялись методы статистической обработки, включающие расчёт средних значений и стандартных отклонений для каждой группы. Для проверки значимости различий между группами использовался t-критерий Стьюдента с установленным уровнем значимости ($P < 0,05$).

В процессе работы применён комплекс методов, включающий лабораторные исследования, практические эксперименты и сравнительный анализ. Применялись современные методы оценки качественных характеристик мясного сырья, в том числе физико-химические, органолептические и специализированные методы контроля.

Результаты исследований. В ходе проведения эксперимента оценивали эффект добавки «ЛактуВет-1» на продуктивность баранчиков эдильбаевской породы и качество баранины. Для этого 40 голов 4-мес. животных разделили на равные (контрольную и опытную) группы (по 20 животных) и содержали в идентичных условиях. Динамика живой массы представлена на рисунке 1.

Опытная группа получала добавку «ЛактуВет-1» в дозе 20 г/гол./сут., а контрольная группа – стандартный рацион в течение 90 суток, с ежемесячными взвешиваниями на 30-й, 60-й и 90-й дни. Прирост живой массы в опытной группе был статистически значимо выше: +2,1% на 150-й день жизни ($P < 0,05$), +3,5% на 180-й день жизни ($P < 0,001$) и +4,7% на 210-й день жизни животных ($P < 0,001$).

Абсолютный прирост живой массы за весь 90-дневный период исследования составил $11,23 \pm 0,42$ кг у животных контрольной группы и $13,28 \pm 0,38$ кг – в опытной (табл. 1). Прирост массы оказался на 18,3% выше

по сравнению с контролем ($P < 0,001$), что свидетельствует о её положительном влиянии на продуктивность животных.

Среднесуточный прирост массы тела составил $124,8 \pm 4,7$ г/сут в контрольной группе и $147,6 \pm 4,2$ г/сут в опытной группе. Рост на 18,2% оказался статистически значимым ($P < 0,001$) и свидетельствует о стимулирующем воздействии добавки «ЛактуВет-1». В контрольных и опытных образцах мяса определяли содержание влаги, белка, жира, золы и калорийность (табл. 2).

Уровень влаги в образцах опытной группы ($71,5 \pm 0,5\%$) оказался сопоставимым с контролем – $71,4 \pm 0,5\%$ ($P > 0,05$). Доля белка увеличилась с $19,4 \pm 0,18\%$ до $19,7 \pm 0,20\%$ ($P > 0,05$), тогда как жир снизился с $7,6 \pm 0,12\%$ до $7,1 \pm 0,15\%$ ($P < 0,05$). Зольность в опытной группе составила $1,6 \pm 0,10\%$ против $1,4 \pm 0,12\%$ в контроле ($P > 0,05$), а энергетическая ценность образцов уменьшилась с $146,0 \pm 2,6$ ккал до $142,7 \pm 2,8$ ккал ($P > 0,05$).

В ходе работы проведён анализ содержания макроэлементов в мышечной ткани животных из опытной и контрольной групп (рис. 2).

Концентрация кальция в опытной группе увеличилась на 55,1%, до $15,2 \pm 0,8$ мг/100 г против $9,8 \pm 0,7$ мг/100 г в контрольной группе ($P < 0,001$). Уровень фосфора в опытной группе вырос на 27,3%, до $210 \pm 10,0$ мг/100 г против $165 \pm 9,0$ мг/100 г в контроле ($P < 0,01$). Концентрация магния повысилась на 40%, до $28 \pm 1,4$ мг/100 г против $20 \pm 1,2$ мг/100 г в контрольной группе ($P < 0,01$). Уровень калия в опытной группе составил $350 \pm 15,0$ мг/100 г, что на 12,9% выше, чем $310 \pm 14,0$ мг/100 г в контроле ($P < 0,05$). Различия по натрию ($65,5 \pm 3,9$ мг/100 г против $61 \pm 3,5$ мг/100 г) не было статистически значимым ($P > 0,05$).

Для оценки органолептических качеств баранины (рис. 3) и бульона (рис. 4) из контрольной и опытной групп проведена дегустация профессорско-преподавательским составом кафедры «Технология производства и переработки продукции животноводства» Вавиловского университета по ГОСТ 9959-2015 с использованием девятибалльной шкалы.

Образцы мяса из контрольной и опытной групп оценивались по показателям сочности, запаха, вкуса, внешнего вида и консистенции. Контрольная группа набрала в среднем 8,06 балла (сочность – 8,5; запах – 8,2; вкус – 7,9; вид – 8,0; консистенция – 7,7), опытная – 8,12 (запах 8,4; вкус 8,2; вид 8,2;

сочность и консистенция 7,9). Более высокие оценки опытных образцов объясняются сниженным содержанием жира в опытных образцах, что смягчает специфический запах.

На рисунке 5 представлена органолептическая оценка бульонов.

Таблица 1. Абсолютный и среднесуточный прирост живой массы ($n = 20$)

Table 1. Absolute and average daily live weight gain ($n = 20$)

Показатель	Ед. изм.	Группа	
		контрольная	опытная (ЛактуВет-1)
Абсолютный прирост	кг	$11,23 \pm 0,42$	$13,28 \pm 0,38^{***}$
Среднесуточный прирост	г/сут	$124,8 \pm 4,7$	$147,6 \pm 4,2^{***}$

Примечание: *статистическая значимость различий между контрольной и опытной группами ($*** P < 0,001$).

Таблица 2. Химический состав образцов баранины ($n = 5$), %

Table 2. Chemical composition of lamb samples ($n = 5$), %

Группа	Влага	Белок	Жир	Зола	Калорийность, ккал/100г
Опытная	$71,5 \pm 0,5$	$19,7 \pm 0,20$	$7,1 \pm 0,15^*$	$1,6 \pm 0,10$	$142,7 \pm 2,8$
Контрольная	$71,4 \pm 0,5$	$19,4 \pm 0,18$	$7,6 \pm 0,12$	$1,4 \pm 0,12$	$146,0 \pm 2,6$

Примечание: * статистическая значимость различий между контрольной и опытной группами ($* P < 0,05$)

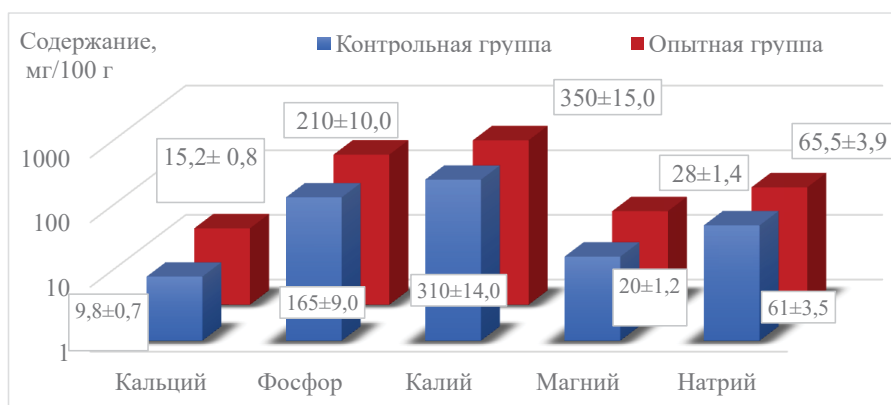


Рис. 2. Концентрации макроэлементов в мышечной ткани баранины контрольных и опытных образцов ($n = 5$)

Fig. 2. Concentrations of macronutrients in the muscle tissue of control and experimental lamb samples ($n = 5$)

Образцы оценивались по внешнему виду, аромату, наваристости, вкусу и прозрачности. Контрольный бульон набрал 7,90 балла, опытный – 7,98. Оба образца продемонстрировали высокое качество, с небольшим преимуществом у опытного.

Гистологическое исследование длиннейшей мышцы спины (*Longissimus dorsi*) у баранчиков опытной (рацион с добавкой) и контрольной (стандартный рацион) групп, представлены на рисунке 5.

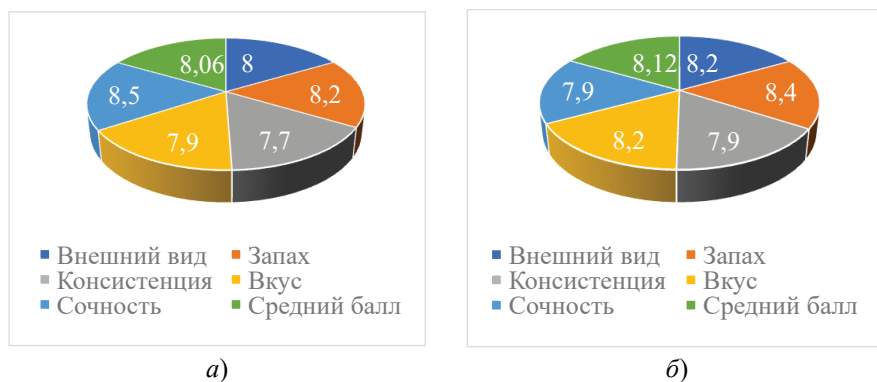


Рис. 3. Органолептическая оценка баранины:
а) контрольная группа; б) опытная группа

Fig. 3. Organoleptic evaluation of lamb:
а) control group; б) experimental group

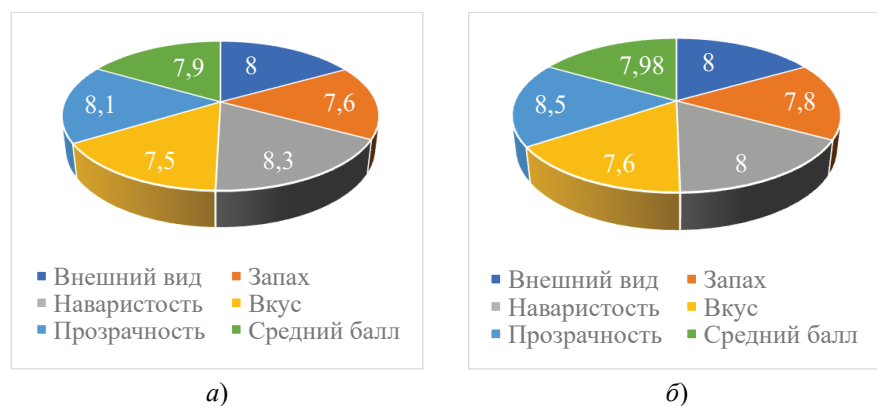


Рис. 4. Органолептическая оценка бульона:
а) контрольный образец; б) опытный образец

Fig. 4. Organoleptic evaluation of broth:
а) control sample; б) experimental sample

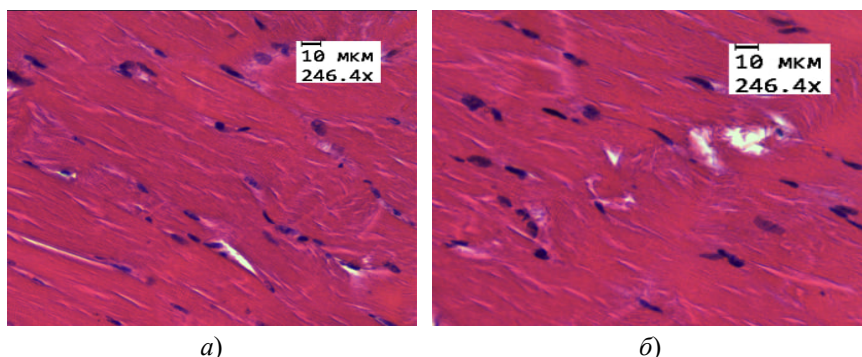


Рис. 5. Микрофотографии поперечного среза скелетной мышечной ткани овец, окрашенные гематоксилин-эозином (увеличение $\times 246,4$ $n = 3$)
а) опытная группа; б) контрольная группа

Fig. 5. Micrographs of a cross-section of sheep skeletal muscle tissue stained with hematoxylin and eosin (magnification $\times 246,4$ $n = 3$)
а) experimental group; б) control group

В опытной группе мышечные волокна отличались компактным расположением, тонким эндомизием и отсутствием жировых вкраплений, что указывает на однородную структуру. В контроле наблюдались менее упорядоченные волокна, утолщенный эндомизий и единичные жировые включения.

Для более детального анализа структуры (рис. 6) выполнены микрофотографии поперечных срезов мышечной ткани при увеличении $\times 774,0$.

Микрофотографии ($\times 774$) показали в опытной группе четкие саркомерные полосы, равномерные диаметры и периферическое расположение ядер. В контроле – разброс диаметров и расширенные прослойки. Признаки дистрофии отсутствовали.

С целью оценки безопасности баранины контрольной и опытной групп, изучено влияние кормовой добавки «ЛактуВет-1» на содержание свинца, кадмия и мышьяка в мышечной ткани (табл. 2).

Анализ токсичных элементов в баранине показал соответствие нормам ТР ТС 034/2013: содержание свинца составило $0,03 \pm 0,003$ мг/кг в контроле и $0,02 \pm 0,002$ мг/кг в опытной группе (значительно ниже ПДК 0,2 мг/кг), содержание кадмия и мышьяка было менее 0,01 мг/кг в обеих группах (ниже ПДК). Микробиологические исследования баранины подтвердили отсутствие патогенной микрофлоры (включая БГКП, *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella spp.*, *L. monocytogenes*, сульфитредуцирующие клостридии) и соответствие требованиям ТР ТС 021/2011 и СанПиН 2.3.2.1078-01 в обеих группах.

Расчет экономических показателей подтвердил перспективность использование рациона, обогащенного би-фидогенной добавкой с «ЛактуВет-1» при выращивании баранчиков

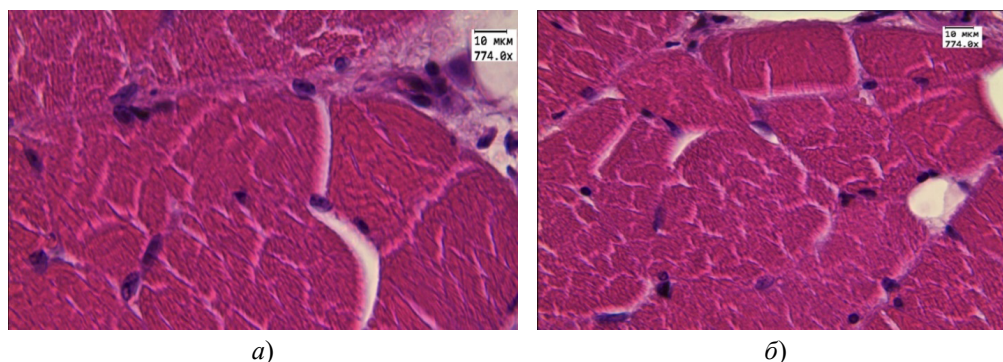


Рис. 6. Микрофотографии поперечного среза скелетной мышечной ткани овец, окрашенные гематоксилин-эозином (увеличение $\times 774,0$; $n = 3$)
а) опытная группа; б) контрольная группа

Fig. 6. Micrographs of a cross-section of sheep skeletal muscle tissue stained with hematoxylin and eosin (magnification $\times 774,0$; $n = 3$)
a) experimental group; b) control group

применения «ЛактуВет-1» на уровне 20,95%, что делает предложенную технологию выгодной для широкого внедрения в овцеводческих хозяйствах. Полученные данные открывают новые перспективы разработки функциональных мясных продуктов и позволяют рекомендовать использование добавки «ЛактуВет-1» как эффективного средства прижизненного формирования целевого состава баранины.

Таблица 2. Концентрация тяжелых металлов ($n=3$)

Table 2. Concentration of heavy metals ($n=3$)

Токсичные элементы, мг/кг:	Контрольная группа	Опытная группа
Свинец	0,03 $\pm$ 0,003	0,02 $\pm$ 0,002
Кадмий	менее 0,01	менее 0,01
Мышьяк	менее 0,01	менее 0,01

эдилбаевской породы. Рентабельность предложенной технологии составила 20,95%. Интегрированная технологическая цепочка «выращивание и переработка» с использованием «ЛактуВет-1» обеспечивает значимую добавленную стоимость и конкурентные преимущества в производстве функциональных продуктов.

Заключение. Проведённые исследования убедительно показали, что включение в рацион баранчиков эдилбаевской породы кормовой добавки «ЛактуВет-1», содержащей лактулозу и биодоступные формы макроэлементов (Ca, Mg, P, K, Na), способствует комплексному повышению продуктивности и качества мяса. Живой вес животных опытной группы к окончанию 90-дневного эксперимента вырос на 18,3%, среднесуточный прирост – на 18,2%, а убойный выход – на 5,7% по сравнению с контролем, что свидетельствует о мощном стимулирующем эффекте добавки на рост и мясную продуктивность. Биохимический и гистологический анализ мышечной ткани подтвердил более однородную структуру волокон и значительное накопление макроэлементов, что положительно сказывается на пищевой и технологической ценности баранины. Органолептические тесты зафиксировали улучшение вкусовых характеристик, а санитарно-микробиологические показатели и содержание токсичных элементов полностью соответствовали действующим нормам безопасности. Экономический расчёт продемонстрировал рентабельность

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflicts of interest. No funding was received for this work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Мамаев С.Ш., Кубатбеков Т.С., Галиева З.А. Биохимический состав и качество мяса молодняка овец • *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2022. № 4. С. 191-192.
Mamaev S.Sh., Kubatbekov T.S., Galieva Z.A. Biochemical Composition and Quality of Young Sheep Meat • *Izvestiya of the Orenburg State Agrarian University*, 2022. No. 4. Pp. 191-192.
2. Храмов А.Г., Дыкало Н.Я., Школа С.С. и др. ЛактуВет – бифидогенная пищевая добавка будущего • *Аграрно-пищевые инновации*, 2022. Т. 17. № 1. С. 17-29.
Khramtsov A.G., Dykalo N.Ya., Shkola S.S. et al. Laktuvet – a Bifidogenic Food Supplement of the Future • *Agrarian and Food Innovations*, 2022. Vol. 17. No. 1. Pp. 17-29.
3. Горлов И.Ф., Калинина Н.В., Сложенкина М.И., Комарова З.Б. и др. Влияние новой фитопребиотической кормовой добавки на хозяйственно-биологические показатели цыплят-бройлеров • *Животноводство и кормопроизводство*, 2023. Т. 106. № 4. С. 178-190.
Gorlov I.F., Kalinina N.V., Skladonkina M.I., Komarova Z.B., et al. Influence of a New Phytoprebiotic Feed Additive on the Economic and Biological Performance of Broiler Chickens • *Animal Husbandry and Feed Production*, 2023. Vol. 106. No. 4. Pp. 178-190.
4. He Z., Cheng L., Li S., Liu Q., et al. Inulin and Chinese Gallotannin Affect Meat Quality and Lipid Metabolism on Hu Sheep • *Animals (Basel)*, 2022. Vol. 13, № 1. P. 160.
5. Гаглоев А.Ч., Юрьева Е.В., Хамхоева Е.С., Анпилогов А.В. Формирование мясной продуктивности

у чистопородных и помесных баранчиков • *Наука и образование*, 2022. Т. 5. № 1. С. 94.

Gagloev A.Ch., Yurieva E.V., Khamkhoeva E.S., and Anpilogov A.V. Formation of Meat Productivity in Purebred and Crossbred Lambs • *Science and Education*, 2022. Vol. 5. No. 1. P. 94.

6. Anumudu C.K., Onyeaka H., Ekwueme C.T., Hart A., et al. Advances in the application of infrared in food processing for improved food quality and microbial inactivation • *Foods*, 2024. Vol. 13. No. 24. P. 4001.

7. Shoukry M.M., El-Nomeary Y.A.A.E., Salman F.M., Shakweer W.M.E. Improving the productive performance of growing lambs using prebiotic and probiotic as growth promoters • *Tropical Animal Health and Production*, 2023. Vol. 55. No. 6. P. 375.

8. Траисов Б.Б., Бейшова И.С., Юлдашбаев Ю.А. и др. Морфологические и биохимические показатели крови полутонкорунных овец • *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2022. № 2 (94). С. 315-319.

Traisov B.B., Beyshova I.S., Yuldashbaev Yu.A., et al. Morphological and biochemical indicators of blood in half-fine-wool sheep • *Izvestiya of the Orenburg State Agrarian University*, 2022. No. 2 (94). Pp. 315-319.

9. Giro T.M., Gorbanov I.A., Hakimova M.Kh., Al-layarov Zh.Zh., Saidmurodov Kh. Assessment of the environmental safety of mutton from animals fed with a bifidogenic dietary supplement • *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Turli tuproq-iqlim sharoitida organik qishloq xo'jaligi mahsulotlari yetishtirishda innovatsion texnologiyalarni qo'llashning dolzarbligi (June 11-12, 2024, Karshi)* • *Karshi: Qarshi State University*, 2024. P. 18-21.

10. Giro T.M., Ilina L.A., Kulikovskiy A.V., Ziruk I.V., Giro A.V. Molecular genetic studies of microbiocenosis and microstructure of jejunum wall in young rams grown on biofortified feed additives • *Foods and Raw Materials*, 2022. Vol. 10. No. 2. Pp. 310-317. DOI: 10.21603/2308-4057-2022-2-541.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Татьяна Михайловна Гиро, доктор тех. наук, профессор, кафедра технологии производства и переработки продуктов животноводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Тимирязевская ул., 49, Москва, 127434, Россия, e-mail: girotm@sgau.ru; тел.: (906) 342-30-16;

Илья Алексеевич Горбанов, аспирант, кафедра технологии производства и переработки продукции животноводства, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, ул. Соколова, 335, г. Саратов, 410005, Россия, e-mail: i.gorbanov@ya.ru; тел.: (917) 300-54-85;

Холмурод Икромович Саидмуродов, аспирант Каршинского государственного технического университета. Республика Узбекистан, г. Каршин, Мустакиллик, 225; тел.: +998 (75) 221-09-23, e-mail: kstu@kstu.uz.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Tatyana M. Giro, Doctor of technical sciences, Professor, Department of Livestock Products Technology and Processing, Russian State Agrarian University – Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya St., Moscow 127434, Russia; e-mail: girotm@sgau.ru; tel.: (906) 342-30-16;

Ilya A. Gorbanov, PhD Student, Department of Livestock Products Technology and Processing, N.I. Vavilov Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering, 335 Sokolovaya St., Saratov 410005, Russia; i.gorbanov@ya.ru; tel.: (9173) 00-54-85;

Kholmurod I. Saidmurodov, PhD Student Karshi State Technical University. Republic of Uzbekistan, Karshi, Mustakillik, 225; tel.: +998 (75) 221-09-23, e-mail: kstu@kstu.uz)

Поступила в редакцию / Received 24.06.2025

Поступила после рецензирования / Revised 11.08.2025

Принята к публикации / Accepted 22.08.2025