

ISSN 1817-7204 (Print)
ISSN 1817-7239 (Online)

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ **PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTS**

УДК 636.087.62
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-1-80-88>

Поступила в редакцию 23.04.2024
Received 23.04.2024

А. В. Мишуров, В. Н. Романов

*Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста,
пос. Дубровицы, городской округ Подольск, Московская область, Российская Федерация*

РЕЦИКЛИНГ БОЕНСКИХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА КОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ С ВЫСОКИМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ И ПИТАТЕЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Аннотация. Выполнен обзор современных подходов к валоризации боенских отходов с применением биологических и термохимических процессов для получения альтернативных источников энергии, а также кормовых продуктов с высокой биологической и питательной ценностью с целью восполнения недостаточности протеина в животноводстве. Особое внимание уделено потенциальным возможностям применения кормовых средств из боенских отходов для жвачных животных при низкой доступности их биологической полноценности симбионтам преджелудков, а также использования эндокринного сырья для коррекции метаболических процессов в организме. Установлено, что эффективность деятельности мясоперерабатывающих производств должна определяться полнотой переработки исходного сырья. Применение современных физико-химических или биотехнологических методов может способствовать переработке отходов побочных продуктов (пищевые ингредиенты, биоматериалы, фармацевтические препараты и др.), с получением добавленной стоимости, являясь экономически выгодной стороной производственного процесса. Создание технологий замкнутого цикла крупнотоннажных производственных процессов по переработке побочных продуктов мясного производства (в частности, боенских отходов) может являться потенциальным источником высокоценных кормовых продуктов для нужд животноводства, а также способствовать снижению негативного влияния на окружающую среду. Рециклинг боенских отходов следует рассматривать в качестве постоянного сырьевого источника кормовых средств, с решением ряда экологических проблем утилизации, что имеет большое научно-практическое значение.

Ключевые слова: боенские отходы, переработка, кормовые средства, жвачные животные

Для цитирования: Мишуров, А. В. Рециклинг боенских отходов в качестве источника кормовой продукции с высокими биологическими и питательными свойствами / А. В. Мишуров, В. Н. Романов // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2025. – Т. 63, № 1. – С. 80–88. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-1-80-88>

Aleksey V. Mishurov, Viktor N. Romanov

*Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Dubrovitsy, Podolsk District,
Moscow Region, Russian Federation*

RECYCLING OF SLAUGHTERHOUSE TANKAGE AS A SOURCE OF FEED PRODUCTS WITH HIGH BIOLOGICAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES

Abstract. The paper examines modern approaches to the valorization of slaughterhouse tankage using biological and thermochemical processes to obtain alternative energy sources, as well as feed products with high biological and nutritional value to compensate for protein deficiency in livestock breeding. Particular attention is paid to the potential possibilities of using feed products from slaughterhouse tankage for ruminants, with low availability of their biological usefulness to proven-

trculus symbionts, as well as the possibilities of using endocrine raw materials for correction of metabolic processes in the body. It has been determined that the efficiency of meat processing plants should be determined by the completeness of processing of raw materials. Application of modern physical, chemical or biotechnological methods can contribute to the processing of waste by-products (food ingredients, biomaterials, pharmaceuticals, etc.), with obtaining added value, being an economically advantageous part of the production process. Creation of closed-cycle technologies of large-tonnage production processes for the processing of by-products of meat production (in particular, slaughterhouse tankage) can be a potential source of high-value feed products for the needs of animal husbandry, as well as contribute to reducing the negative impact on the environment. Recycling of slaughterhouse tankage should be considered as a permanent raw material source of feedstuff, while solving a number of environmental problems of utilization, which is of great scientific and practical importance.

Keywords: slaughterhouse tankage, processing, feedstuff, ruminants

For citation: Mishurov A. V., Romanov V. N. Recycling of slaughterhouse tankage as a source of feed products with high biological and nutritional properties. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2025, vol. 63, no. 1, pp. 80–88 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2025-63-1-80-88>.

Введение. Эффективность деятельности мясоперерабатывающих производств, помимо производства мяса и мясопродуктов, должна определяться полнотой переработки исходного сырья. Применение современных физико-химических или биотехнологических методов может способствовать переработке отходов побочных продуктов (пищевые ингредиенты, биоматериалы, фармацевтические препараты и др.), с получением добавленной стоимости, являясь экономически выгодной стороной производственного процесса. Ежегодно в мясной промышленности Российской Федерации образуется более 1 млн т отходов, что лишь при частичной переработке, составляющей не более 20 % от общего объема, является серьезной экологической проблемой. Создание технологий замкнутого цикла крупнотоннажных производственных процессов по переработке побочных продуктов мясного производства, в частности боенских отходов, наряду со снижением негативного влияния на окружающую среду, может являться потенциальным источником высокоценных кормовых продуктов для нужд животноводства.

Рециклинг отходов мясной промышленности (в частности, переработка боенских отходов) заложена в государственных программах устойчивого управления многих стран и признана как отрасль, использующая побочные ресурсы, имеющие высокую потенциальную экономическую эффективность [1–3].

Цель работы – рассмотрение актуальных вопросов рационального использования отходов боенских предприятий путем переработки на современных технологических линиях. При этом особое внимание уделено необходимости соблюдения экологических требований, а также рассмотрению возможностей получения кормовой продукции высокой биологической и питательной ценности для нужд животноводства.

Результаты и их обсуждение. Выбор оптимальных технологий переработки отходов должен предусматривать повышение количества и качества перерабатываемой продукции при рациональном использовании энергоресурсов. Современные технологии переработки отходов боенских предприятий включают в себя этапы сбора, сортировки, переработки или преобразования, транспортировки, а также утилизации [4, 5].

Низкозатратными считаются биологические процессы преобразования биоотходов живыми организмами – требуется меньшее количество энергии. Они заключаются в компостировании отходов для органических удобрений, а также в анаэробном сбраживании для получения биотоплива (биогаза) и органического удобрения [6, 7]. В числе используемых способов утилизации – термохимический процесс переработки путем сжигания для рекуперации энергии [8].

Большинство процессов при биодеструкции сырья животного происхождения образуют органические вещества различного химического строения. Установлено, что во время анаэробного расщепления 48,89 % полученного биогаза составляет CH_4 , 47,87 % – CO_2 и 2,43 % – NH_3 (может использоваться для производства метана как альтернативного источника энергии [9, 10]).

Для получения кормовых продуктов, имеющих высокую питательную ценность, применима термообработка боенских отходов с предварительным механическим обезвоживанием коагулята в целях сокращения продолжительности обработки и снижения энергозатрат с последующим высушиванием [4].

Один из распространенных в настоящее время способов сушки боенских продуктов – конвективный. Он основан на передаче тепла высушиваемому продукту за счет энергии нагретого сушильного агента – воздуха или парогазовой смеси [11].

Экструзионные линии холодного, теплого и горячего способов переработки боенских отходов могут быть использованы для эффективного производства продуктов кормового назначения с высокими биологическими свойствами, с учетом того, что при горячей экструзии сохраняется на 30 % больше питательных веществ, чем при теплой [12].

Для производства кормов животного происхождения также применяются вакуумные котлы с автоматизацией процесса по возвращении унесенной смеси, в частности в виде жира, обратно, позволяя улучшить условия производства и сократить нагрузку на канализацию [5].

Перспективным направлением в настоящее время является применение вакуумной сушки при инфракрасном излучении, которое при воздействии на сырье с высокой влажностью способствует удалению из него влаги без воздействия на тканевые структуры продукта, сохраняя его биологическую ценность при высоком (до 66,7 %) содержании белка [11]. Ряд исследователей установили, что использование данной технологии позволяет получать кормовую муку с содержанием 66,2 % протеина при влажности кормового продукта 6,3 % [13].

В числе рациональных способов переработки – производство мясокостной муки, при котором исключается разделение отходов на мясные остатки, кости, жировые компоненты и кератиносодержащее сырье, что позволяет существенно удешевить процесс [14].

Для переработки кератиносодержащего сырья применяется его гидротермическая обработка под давлением с получением 53 % готового продукта относительно общей массы исходного сырья [15].

Одним из способов получения высокобелковых кормов является сепарация крови животных на плазму и кормовую муку с получением плазмы, содержащей высокий уровень незаменимых аминокислот [16]. Разработана высокоэффективная гидротермальная технология по производству протеиновых гидролизатов, содержащих не менее 95 % белка, при отделении протеиновой фракции путем декантирования и сепарирования от жировой и минеральной [17].

Разработан новый способ получения кормового продукта с высоким содержанием протеина. Данный способ предусматривает сбраживание содержимого рубца молочнокислыми бактериями¹. Полученный продукт, имея длительные сроки хранения, исключает температурную обработку.

Таким образом, технологические аспекты переработки биоотходов в современных замкнутых циклах мясоперерабатывающих производств могут являться важным ресурсом в решении проблем дефицита кормового протеина в животноводстве как альтернативы коммерческим импортируемым аналогам, при получении к тому же продуктов с добавленной стоимостью.

При существующих в настоящее время проблемах дефицита и дисбаланса белка в рационах жвачных животных, приводящих к нерациональному расходу кормов, снижению уровня и качества молочной и мясной продуктивности, кормовые продукты из боенских отходов после термической обработки (экструдирования) могут рассматриваться как высокоценные источники кормового протеина с низкой доступностью симбиотным микроорганизмам преджелудков, что подтверждается проведенными исследованиями на животных с фистулой рубца [18, 19].

Одним из наиболее часто используемых источников белка является кровяная мука, имеющая степень усвояемости 95–98 %, чаще всего используемая для обогащения рациона коров аминокислотами, особенно лизином, полученная от птицы и свиней, при варьировании средних процентов от 53 до 80 % [20, 21].

В исследованиях, проведенных на телятах, более высокие коэффициенты переваримости сухого вещества и протеина наблюдались при использовании кормов животного происхождения [22].

¹ Патент RU 2181955. Способ получения кормовой добавки из каньги: № 2000126335/13: заявлено 20.10.2000: опубл. 10.05.2002 / Файвишевский М. Л., Витренко О. Н.; заявители: Всерос. науч.-исслед. ин-т мяс. пром-сти. Бюл. № 13.

В наших исследованиях замена части протеина основного рациона на 40 г кровяной муки сопровождалось снижением на 13,6 % концентрации аммиака через 3 ч после кормления, с сохранением тенденции и через 5 ч после кормления, по отношению к контролю, при выявленной положительной разнице как в потреблении питательных веществ рациона (на 11 %), так и более высоких коэффициентах переваримости в сравнении с животными контрольной группы [23].

Так же, как и кровяная мука, высокую кормовую ценность представляет мясокостная мука, имеющая в своем составе протеина более 50 % и минеральных веществ на уровне 25 % [24].

Корма животного происхождения, имея высокую биологическую ценность, находят свое применение в составе комплексных добавок. Так, использование мясокостной муки в составе комплексной добавки в рационах молодняка казахской белоголовой породы оказало положительное влияние на убойный выход животных опытной группы – он был выше на 2,2 % в сравнении с контрольными аналогами [25].

Включение в рацион бычков на откорме добавки, содержащей компоненты животного происхождения в виде боенских отходов, в количестве 1,5 г на 1 кг живой массы способствовало более рациональному использованию азота корма и получению разницы в приросте живой массы 11,79 % [26].

Эффективность использования мясокостной муки также была доказана в исследованиях на подсосных телятах. В их рационе заменяли 0,3–0,5 кг концентрированных кормов белково-витаминно-минеральной добавкой, в которую была включена мясокостная мука, что способствовало увеличению среднесуточного прироста у этих животных в 6-месячном возрасте на 28,04 %, в 7-месячном – на 14,49 % в сравнении с контролем [27].

Наряду с меньшей доступностью кормовых средств животного происхождения симбионтной микрофлоре и более полном поступлении их в кишечник, последующая их усвояемость зависит от функциональной деятельности печени, поджелудочной железы, при дополнительной адаптивной выработке специфических пищеварительных амила-, протео- и липолитических ферментов [28, 29].

С учетом особой биологической ценности пищеварительных желез убойных животных, потенциально являющихся богатым источником ферментных и гормональных соединений, следует принимать во внимание лишь незначительные объемы их использования в фармакологии и медицинской промышленности для изготовления лечебных препаратов [30].

Особую роль при этом может иметь поджелудочная железа свиней как потенциальный источник пищеварительных ферментов. В настоящее время ее использование в фармакологии значительно снизилось в связи с переводом производства инсулина на синтетическую основу – удалось идентифицировать около 80 % комплекса разнообразных ферментов, выделяемых поджелудочной железой, представляющих собой высокоценный биологический материал [31].

Многочисленные исследования свидетельствуют о целесообразности применения ферментных препаратов в рационах новотельных коров, особенно при повышенном скармливании концентрированных кормов, а также растущего молодняка в сложный период перехода к присущему жвачным животным желудочно-кишечному типу пищеварительной деятельности [32].

На полифистульных жвачных животных выявлено положительное действие отхода поджелудочной железы после экстракции инсулина на течение пищеварительных процессов, установлена высокая эффективность применения кормового продукта в рационе крупного рогатого скота, с патентованием изобретения¹.

О положительном действии скармливания поджелудочной железы свиней, высушенной с применением лиофилизации, свидетельствуют результаты трехмесячного научно-производственного опыта на телятах послемолочного периода выращивания, получавших добавку из расчета 40 мг/кг живой массы ежедневно с комбикормом. Установлены более высокие приросты живой

¹ Авторское свидетельство SU 1287827, A23K 1/00. Способ получения кормовой добавки для сельскохозяйственных животных: № 3793515-30/15; 3782547/30-15: заявлено 03.08.1984: опубл. 07.02.1987 / Митрофанова Т. К., Горячев В. П., Фрайман Р. С., Гельперин Н. И., Евстигнеева Р. П., Серебренникова Г. А., Клинская М. М., Клинский Ю. Д., Романов В. Н. Бюл. № 5.

массы телят, с выявленным улучшением биохимических и гематологических показателей крови, что свидетельствует о повышении адаптивных возможностей растущего организма вследствие физиологического действия поджелудочной железы свиней, ранее являющейся боенским отходом [33].

Выводы. Представленные в обзоре исследовательские материалы дают основание к следующим выводам.

Рециклинг отходов скотобоен на мясоперерабатывающих предприятиях открывает возможности для получения добавленной стоимости, а стратегия валоризации отходов является приоритетом и включена в ряд государственных программ.

Современные технологические возможности рециклинга боенских отходов дают основания к разработке концептуальных подходов по их применению в практике кормления жвачных сельскохозяйственных животных и учитывают не только высокую питательную, но и биологическую ценность исходного сырья.

Низкая доступность животного сырья как источника питательных веществ, с преимущественным перевариванием в кишечнике, при низкой доступности для симбиотной микрофлоры преджелудков жвачных животных может иметь особую роль в пролонгации, «защите» кормовых аминокислот и витаминов, необходимых для обеспечения биологически полноценного питания высокопродуктивного скота. Примером может являться новейшая запатентованная технологическая разработка использования нутряного жира, являющегося боенским отходом¹.

Таким образом, рециклинг боенских отходов следует рассматривать в качестве постоянного сырьевого источника кормовых средств, с решением к тому же ряда экологических проблем утилизации, что имеет в целом большое научно-практическое значение.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке научных исследований FGGN-2022-0012.

Acknowledgments. The study was carried out with the financial support of scientific research FGGN-2022-0012.

Список использованных источников

1. Малахова, Т. Н. Современные направления использования отходов в мясной промышленности России / Т. Н. Малахова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: IV Междунар. науч. экол. конф. (с участием экологов Азербайджана, Армении, Беларуси, Германии, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Ливана, Молдовы, Приднестровья, России, Словакии, Узбекистана и Украины), Краснодар, 24–25 марта 2015 г.: в 2 т. / Кубан. гос. аграр. ун-т; редкол.: А. И. Трубилин [и др.]. – Краснодар, 2015. – Т. 1. – С. 155–159.
2. Кузнецова, Н. А. Вторичная переработка отходов как фактор устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий / Н. А. Кузнецова, Л. В. Зинич // Фундаментальные исследования. – 2021. – № 11. – С. 120–124. <https://doi.org/10.17513/10.17513/fr.43132>
3. Перспективы использования вторичных ресурсов мясоперерабатывающих отраслей на основе патентных исследований / В. А. Углов, В. Г. Шелепов, Е. В. Бородай, В. А. Слепчук // Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 3 (29). – С. 39–46. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2020-29-3-39-46>
4. Файвишевский, М. Л. Организация производства сухих животных кормов на предприятиях мясной промышленности / М. Л. Файвишевский // Мясная индустрия. – 2012. – № 8. – С. 62–66.
5. Инновационная технология производства мясокостной муки / О. Сороко, С. Протасов, А. Дементьев [и др.] // Наука и инновации. – 2014. – № 6 (136). – С. 70–72.
6. Sayeed, R. Wealth from meat industry by-products and waste: a review / R. Sayeed, P. Tiwari // Sustainable food waste management / ed.: M. Thakur [et al.]. – Singapore, 2020. – P. 191–208. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8967-6_11
7. A review of anaerobic digestion of slaughterhouse waste: effect of selected operational and environmental parameters on anaerobic biodegradability / G. K. Selormey, B. Barnes, F. Kemausuor, L. Darkwah // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. – 2021. – Vol. 20. – P. 1073–1086. <https://doi.org/10.1007/s11157-021-09596-8>
8. Investigation on pyrolysis and incineration of chrome-tanned solid waste from tanneries for effective treatment and disposal: an experimental study / V. Mozhiarasi, C. Bhagiratha, G. Sathish [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – Vol. 27, № 24. – P. 29778–29790. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07025-6>

¹ Патент RU 2816524, МПК A23K 10/00 (2016.01). Способ снижения доступности биологически активных соединений в рубце жвачных животных: № 2023106829; заявлено 22.03.2023; опубл. 01.04.2024 / Романов В. Н., Боголюбова Н. В., Мишуров А. В., Павлова М. В. Бюл. № 10.

9. Biowastes of slaughterhouses and wet markets: an overview of waste management for disease prevention / A. Al-Gheethi, N. L. Ma, P. F. Rupani [et al.] // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2021. – Vol. 30, № 28. – P. 71780–71793. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16629-w>
10. Tolera, S. T. Potential of abattoir waste for bioenergy as sustainable management, Eastern Ethiopia / S. T. Tolera, F. K. Alemu // *Journal of Energy*. – 2020. – Vol. 2020. – Art. 761328. <https://doi.org/10.1155/2020/6761328>
11. Технология получения кормовой муки способом прямой сушки под вакуумом при ИК-энергоподводе / М. М. Ильченко, Н. П. Боева, Ю. А. Максименко, И. П. Дяченко // *Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов*. – 2009. – № 3. – С. 46–48.
12. Батова, Т. Н. Экструзионная переработка отходов в экономике замкнутого цикла / Т. Н. Батова, А. Р. Волков, Е. А. Павлова // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент*. – 2019. – № 2. – С. 74–81. <https://doi.org/10.17586/2310-1172-2019-12-2-74-81>
13. Особенности процесса инфракрасной сушки в технологии получения кормовой муки из мясокостных тканей ластиногих млекопитающих / Э. П. Дяченко, М. М. Дяченко, В. В. Лисовой [и др.] // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. – 2021. – № 1. – С. 173–180. <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-1-173-180>
14. Саяпова, А. Б. Обеспечение техносферной безопасности при переработке отходов животного происхождения / А. Б. Саяпова, А. Б. Шаяхметова // *Мавлютовские чтения: материалы XV Всерос. молод. науч. конф.: в 7 т. / Уфим. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2021. – Т. 5. – С. 133–137.*
15. Конурбаева, Ж. Т. Международная практика использования вторичного сырья в отрасли животноводства / Ж. Т. Конурбаева, О. К. Денисова, А. М. Закимова // *Проблемы агрорынка*. – 2019. – № 2. – С. 138–145.
16. Zubov, I. N. Pererabotka produktov uboya – povysheniye rentabelnosti proizvodstva / I. N. Zubov // *Мясные технологии*. – 2012. – № 10 (118). – С. 28–31.
17. Инновационное получение протеинов из белоксодержащего биологического сырья / А. Хёлинг, Т. Гримм, В. В. Волков [и др.] // *Вестник науки и образования Северо-Запада России*. – 2017. – Т. 3, № 2. – С. 56–67.
18. Будеева, И. Ю. Изучение эффективности использования кормов из биологических отходов животного происхождения при кормлении коров / И. Ю. Будеева, М. Ю. Кузнецов // *Основы и перспективы органических биотехнологий*. – 2019. – № 4. – С. 3–9.
19. Тищенко, П. И. Изменение аминокислотного состава протеиновой кормовой добавки при инкубации в рубце в опыте in sacco / П. И. Тищенко, Г. П. Иончикова // *Зоотехния*. – 2016. – № 7. – С. 15–17.
20. Данилов, С. Ю. Использование животного белка в современном молочном животноводстве / С. Ю. Данилов // *Научные разработки и инновации в решении приоритетных задач современной зоотехнии: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., г. Курск, 11 марта 2021 г. / Кур. гос. с.-х. акад.; редкол.: Е. В. Харченко [и др.]. – Курск, 2021. – С. 59–63.*
21. Скок, И. Н. Разработка проекта мясоперерабатывающего комплекса по переработке свинины мощностью 70 т мяса в смену, в котором предусмотрена переработка крови и ферментно-эндокринного сырья / И. Н. Скок, О. А. Шалимова // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2010. – № 8. – С. 70–71.
22. Переваривание питательных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта в зависимости от качества протеина в рационе у телят / С. В. Лебедев, О. В. Кван, Е. В. Шейда [и др.] // *Животноводство и кормопроизводство*. – 2018. – Т. 101, № 4. – С. 158–163.
23. Мишуров, А. В. Процессы пищеварения у овец при включении в рацион кровяной муки / А. В. Мишуров, Н. В. Боголюбова, В. Н. Романов // *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*. – 2019. – № 2 (34). – С. 83–86.
24. Яхонина, Д. В. Использование мясокостной муки в качестве добавки в корм животным / Д. В. Яхонина, А. В. Вяльцев // *Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сб. ст. XVII Междунар. науч.-практ. конф., 24–25 окт. 2022 г. / Пенз. гос. аграр. ун-т; под науч. ред. О. Н. Кухарева, А. В. Носова, А. А. Галиуллина. – Пенза, 2022. – С. 456–458.*
25. Картекинов, К. Ш. Влияние скорости распадаемости протеина на мясную продуктивность бычков казахской белоголовой породы / К. Ш. Картекинов, Р. В. Картекинова // *Вестник мясного скотоводства*. – 2014. – № 2 (85). – С. 111–114.
26. Тищенко, П. И. Влияние кормовой добавки с низкой степенью расщепляемости протеина на показатели азотистого обмена в организме бычков на откорме / П. И. Тищенко // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. – 2022. – № 1 (198). – С. 63–71. <https://doi.org/10.33920/sel-05-2201-06>
27. Рахимжанова, И. А. Использование БВМД с включением белковых кормов животного происхождения при выращивании подсосных телят / И. А. Рахимжанова, Б. Х. Галиев, Н. М. Ширнина // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 5 (61). – С. 101–102.
28. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев. – М.: [б. и.], 1997. – 419 с.
29. Лебедев, С. В. Влияние различных источников протеина в рационе на всасывание питательных веществ в желудочно-кишечном тракте животного / С. В. Лебедев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2018. – № 6 (74). – С. 205–208.

30. Шестопалова, И. А. Ферментирование мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани / И. А. Шестопалова, Н. А. Уварова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – № 2. – С. 26.
31. Малофеев, Ю. М. Поджелудочная железа маралов как источник эндокринно-ферментного сырья / Ю. М. Малофеев, Н. И. Рядинская // Актуальные проблемы патологии животных: материалы Междунар. съезда терапевтов, диагностов, Барнаул, 6–9 июля 2005 г. / Алт. гос. аграр. ун-т. – Барнаул, 2005. – С. 107–110.
32. Батоев, Ц. Ж. Пищеварительная функция поджелудочной железы животных и её адаптация к качеству видового питания / Ц. Ж. Батоев, С. Е. Санжиева // Вестник Бурятского государственного университета. – 2012. – № S2. – С. 268–272.
33. Романов, В. Н. Эффективность скормливания поджелудочной железы свиней телятам отъемного периода выращивания / В. Н. Романов, Н. В. Боголюбова, А. В. Мишуров [и др.] // Аграрная наука. – 2023. – № 11. – С. 59–63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-59-63>

References

1. Malakhova T. N. Modern directions of waste utilisation in the meat industry in Russia. *Problemy rekul'tivatsii otkhodov byta, promyshlennogo i sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva: IV Mezhdunarodnaya nauchnaya ekologicheskaya konferentsiya (s uchastiem ekologov Azerbaidzhana, Armenii, Belarusi, Germanii, Gruzii, Kazakhstana, Kirgizii, Latvii, Livana, Moldovy, Pridnestrov'ya, Rossii, Slovakii, Uzbekistana i Ukrainy), Krasnodar, 24–25 marta 2015 g.* [Problems of reclamation of domestic, industrial and agricultural wastes: IV International scientific environmental conference (with the participation of ecologists from Azerbaijan, Armenia, Belarus, Germany, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lebanon, Moldova, Transnistria, Russia, Slovakia, Uzbekistan and Ukraine), Krasnodar, March 24–25, 2015]. Krasnodar, 2015, vol. 1, pp. 155–159 (in Russian).
2. Kuznetsova N. A., Zinich L. V. Secondary waste processing as a factor of sustainable development of agricultural enterprises. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2021, no. 11, pp. 120–124 (in Russian). <https://doi.org/10.17513/fr.43132>
3. Uglov V. A., Shelepov V. G., Boroday E. V., Slepchuk V. A. Prospects for using secondary resources of meat processing industries based on patent research. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost' = Innovation and Food Security*, 2020, no. 3 (29), pp. 39–46 (in Russian). <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2020-29-3-39-46>
4. Faivishevskii M. L. Organisation of dry animal feed production at meat industry enterprises. *Myasnaya industriya = Meat Industry*, 2012, no. 8, pp. 62–66 (in Russian).
5. Soroko O., Protasov S., Dement'ev A., Duk A., Zheltkevich O. Innovative technology of meat and bone meal production. *Nauka i innovatsii = Science and Innovation*, 2014, no. 6 (136), pp. 70–72 (in Russian).
6. Sayeed R., Tiwari P. Wealth from meat industry by-products and waste: a review. *Sustainable food waste management*. Singapore, 2020, pp. 191–208. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8967-6_11
7. Selormey G. K., Barnes B., Kemausuor F., Darkwah L. A review of anaerobic digestion of slaughterhouse waste: effect of selected operational and environmental parameters on anaerobic biodegradability. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 2021, vol. 20, pp. 1073–1086. <https://doi.org/10.1007/s1157-021-09596-8>
8. Velusamy M., Chakali B., Ganesan S., Tinwala F., Venkatachalam S. S. Investigation on pyrolysis and incineration of chrome-tanned solid waste from tanneries for effective treatment and disposal: an experimental study. *Environmental Science and Pollution Research*, 2020, vol. 27, no. 24, pp. 29778–29790. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07025-6>
9. Al-Gheethi A., Ma N. L., Rupani P. F., Sultana N., Yaakob M. A., Mohamed R. M. S. R., Soon C. F. Biowastes of slaughterhouses and wet markets: an overview of waste management for disease prevention. *Environmental Science and Pollution Research*, 2023, vol. 30, no. 28, pp. 71780–71793. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16629-w>
10. Tolera S. T., Alemu F. K. Potential of abattoir waste for bioenergy as sustainable management, Eastern Ethiopia. *Journal of Energy*, 2020, vol. 2020, art. 761328. <https://doi.org/10.1155/2020/761328>
11. Il'chenko M. M., Boeva N. P., Maksimenko Yu. A., Dyachenko I. P. Technology of feed flour production by direct drying under vacuum with IR-energy supply. *Rybprom: tekhnologii i oborudovanie dlya pererabotki vodnykh bioresursov* [Rybprom: technologies and equipment for the processing of aquatic biological resources], 2009, no. 3, pp. 46–48 (in Russian).
12. Batova T. N., Volkov A. R., Pavlova E. A. Extrusion processing of waste in the circular economy. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment = Scientific Journal of NRU ITMO. Series «Economics and Environmental Management»*, 2019, no. 2, pp. 74–81 (in Russian). <https://doi.org/10.17586/2310-1172-2019-12-2-74-81>
13. Dyachenko E. P., Dyachenko M. M., Lisovoy V. V., Svirina G. A., Maksimenko Yu. A. Features of the infrared drying process in the technology of obtaining feed flour from the meat and bone tissues of pinniped mammals. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya = Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex – Healthy Food Products*, 2021, no. 1, pp. 173–180 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2311-6447-2021-1-173-180>

14. Sayapova A. B., Shayakhmetova A. B. Ensuring technosphere safety in the processing of waste of animal origin. *Mavlyutovskie chteniya: materialy XV Vserossiiskoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii* [Mavlyutov readings: materials of the XV All-Russian youth scientific conference]. Ufa, 2021, vol. 5, pp. 133–137 (in Russian).
15. Konurbayeva Zh. T., Denisova O. K., Zakimova A. M. International practice of using secondary raw materials in the field of livestock production sector. *Problemy agrorynka = Problems of AgriMarket*, 2019, no. 2, pp. 138–145 (in Russian).
16. Zubov I. N. Processing of slaughter products – increasing profitability of production. *Myasnye tehnologii* [Meat Technology], 2012, no. 10 (118), pp. 28–31 (in Russian).
17. Hoehling A., Grimm T., Volkov V., Mezenova O., Mezenova N. Innovative protein extracting from protein containing biological raw materials. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii = Journal of Science and Education of North-West of Russia*, 2017, vol. 3, no. 2, pp. 56–67 (in Russian).
18. Budeeva I. Yu., Kuznetsov M. Yu. Study of efficiency of use of feeds from biological waste of animal origin with the addition of carbamide for feeding cows. *Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologii* [Fundamentals and Prospects of Organic Biotechnologies], 2019, no. 4, pp. 3–9 (in Russian).
19. Tishenkov P. I., Ionchikova G. P. Change of amino – acid structure of protein feed additive at an incubation in rumen experience in sacco. *Zootekhnika*, 2016, no. 7, pp. 15–17 (in Russian).
20. Danilov S. Y. Use of animal protein in modern dairy animal husbandry. *Nauchnye razrabotki i innovatsii v reshenii prioritnykh zadach sovremennoi zootekhnii: materialy Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 11 marta 2021 g.* [Scientific developments and innovations in solving priority tasks of modern zootechnics: proceedings of the All-Russian (national) scientific and practical conference, Kursk, March 11, 2021]. Kursk, 2021, pp. 59–63 (in Russian).
21. Skok I. N., Shalimova O. A. Development of a project for a meat processing complex for pork processing with a capacity of 70 tonnes of meat per shift, which includes processing of blood and enzyme-endocrine raw materials. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya = International Journal of Experiential Education*, 2010, no. 8, pp. 70–71 (in Russian).
22. Lebedev S. V., Kvan O. V., Sheyda E. V., Markova I. V., Gubaidullina I. Z., Grechkina V. V., Korolyov V. L. Digestion of nutrients in different sections of the gastrointestinal tract depending on protein quality in the calves diet. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*, 2018, vol. 101, no. 4, pp. 158–163 (in Russian).
23. Mishurov A. V., Bogolyubova N. V., Romanov V. N. Sheep digestive processes at blood meal enabled in the ration. *Vestnik Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva* [Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Livestock Mechanization], 2019, no. 2 (34), pp. 83–86 (in Russian).
24. Yakhonova D. V., Vyaltsev A. V. The use of meat and bone meal as an additive to animal feed. *Agropromyshlennyy kompleks: sostoyaniye, problemy, perspektivy: sbornik statei XVII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 24–25 oktyabrya 2022 g.* [Agro-industrial complex: state, problems, prospects: collection of articles of the XVII International scientific and practical conference, October 24–25, 2022]. Penza, 2022, pp. 456–458 (in Russian).
25. Kartekenov K. Sh., Kartekenova R. V. Influence of protein breakdown rate on meat productivity of Kazakh white-headed steers. *Vestnik myasnogo skotovodstva* [Meat Cattle Breeding Bulletin], 2014, no. 2 (85), pp. 111–114 (in Russian).
26. Tishenkov P. I. Influence of feed additive with low degree of protein degradability on indicators of nitrogen metabolism in steers body during fattening. *Kormleniye sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo* [Feeding of Farm Animals and Fodder Production], 2022, no. 1 (198), pp. 63–71 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-05-2201-06>
27. Rakhimzhanova I. A., Galiev B. Kh., Shirnina N. M. The use of protein-vitamin-mineral supplements, including protein feeds of animal origin, in growing suckling calves. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*, 2016, no. 5 (61), pp. 101–102 (in Russian).
28. Aliev A. A. *Metabolism in ruminants*. Moscow, 1997. 419 p. (in Russian).
29. Lebedev S. V., Levakhin G. I., Gubaidullina I. Z., Markova I. V., Sheida Ye. V. Effect of different protein sources in the ration on nutrients assimilation in the digestive tract of animals. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*, 2018, no. 6 (74), pp. 205–208 (in Russian).
30. Shestopalova I. A., Uvarova N. A. Fermentation of meat with high content of connective tissue. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment = Scientific Journal of NRU ITMO. Series «Economics and Environmental Management»*, 2014, no. 2, p. 26 (in Russian).
31. Malofeev Yu. M., Ryadinskaya N. I. Pancreas of Altai wapiti as a source of endocrine-enzyme raw materials. *Aktual'nye problemy patologii zhivotnykh: materialy Mezhdunarodnogo s'ezda terapevtov, diagnostov, Barnaul, 6–9 iyulya 2005 g.* [Actual problems of animal pathology: proceedings of the International congress of therapists, diagnosticians, Barnaul, July 6–9, 2005]. Barnaul, 2005, pp. 107–110 (in Russian).
32. Batyev Ts. Zh., Sanzhieva S. E. The digestive function of animals pancreas and its adaptation to the quality of specific food. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Buryat State University*, 2012, no. S2, pp. 268–272 (in Russian).
33. Romanov V. N., Bogolyubova N. V., Mishurov A. V., Devyatkin V. A., Rykov R. A. The effectiveness of feeding the pancreas of pigs to calves of the weaning period of growing. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*, 2023, no. 11, pp. 59–63 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-59-63>

Информация об авторах

Мишуrow Алексей Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста (60, 142132, п. Дубровицы, городской округ Подольск, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0001-7382-1625>. E-mail: a.v.mishurov@mail.ru

Романов Виктор Николаевич – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста (60, 142132, п. Дубровицы, городской округ Подольск, Российская Федерация). <https://orcid.org/0000-0002-3542-5370>. E-mail: romanoff-viktor51@yandex.ru

Information about the authors

Aleksey V. Mishurov – Ph. D. (Agriculture), Senior Researcher, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst (60, 142132, Dubrovitsy, Podolsk District, Moscow Region, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0001-7382-1625>. E-mail: a.v.mishurov@mail.ru

Viktor N. Romanov – Ph. D. (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst (60, 142132, Dubrovitsy, Podolsk District, Moscow Region, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-3542-5370>. E-mail: romanoff-viktor51@yandex.ru