

В.Н. Романов ✉
Н.В. Боголюбова
А.В. Мишуров
В.А. Девяткин
Р.А. Рыков

Федеральный исследовательский центр
 животноводства — ВИЖ им. академика
 Л.К. Эрнста, Подольск, Московская
 обл., Россия

✉ romanoff-viktor51@yandex.ru

Поступила в редакцию:
 31.05.2023

Одобрена после рецензирования:
 31.10.2023

Принята к публикации:
 10.11.2023

Viktor N. Romanov ✉
Nadezhda V. Bogolyubova
Alexey V. Mishurov
Vladimir A. Devyatkin
Roman A. Rykov

Federal Research Center
 of Animal Husbandry — VIZ Academician
 L.K. Ernst, Podolsk, Moscow region,
 Russia

✉ romanoff-viktor51@yandex.ru

Received by the editorial office:
 31.05.2023

Accepted in revised:
 31.10.2023

Accepted for publication:
 10.11.2023

Эффективность скармливания поджелудочной железы свиней телятам отъемного периода выращивания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Изучение физиологического действия поджелудочной железы, являющейся боенским отходом, на организм телят раннего отъема в период становления пищеварительной деятельности желудочно-кишечного типа для улучшения адаптивных возможностей организма телят представляет научно-практический интерес.

Методы. Научно-производственный опыт проводился на телятах отъемного периода в течение 90 дней. Скармливали поджелудочную железу свиней (ПЖС), полученную из отходов боенского производства, высушенную с применением лиофилизации. Телята — аналоги по породе, возрасту, живой массе — были сформированы в две группы ($n = 8$), животным опытной группы задавали кормовой продукт из расчета 40 мг/кг живой массы ежедневно с комбикормом при групповом беспривязном содержании. Проводились учет живой массы ($n = 8$) и анализ биохимического и гематологического состава крови ($n = 5$).

Результаты. Установлены более высокие приросты живой массы телят, получавших ПЖС, при улучшении биохимических и гематологических показателей крови (без отрицательного последствие). При тенденции увеличения уровня общего белка за счет альбуминовой фракции положительными свидетельствами улучшения азотистого обмена также является более низкий уровень мочевины. Более высокие уровни креатинина в совокупности с уровнями глюкозы, щелочной фосфатазы характеризуют повышение обеспеченности энергетических обменных процессов в организме телят под влиянием кормового продукта. Положительные различия в уровнях фосфолипидов, триглицеридов, холестерина на фоне более низкого уровня билирубина свидетельствуют об улучшении липидного обмена, но и (косвенно) о липотропной функции печени. Положительные тенденции установлены в гематологических показателях крови, более высокие уровни — эритроцитов, гемоглобина, гематокрита, более низкие — лейкоцитов.

Ключевые слова: телята, отъем, боенские отходы, поджелудочная железа, лиофилизация, прирост массы, биохимия, гематология, кровь

Для цитирования: Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Мишуров А.В., Девяткин В.А., Рыков Р.А. Эффективность скармливания поджелудочной железы свиней телятам отъемного периода выращивания. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 59–63. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-59-63>

© Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Мишуров А.В., Девяткин В.А., Рыков Р.А.

The effectiveness of feeding the pancreas of pigs to calves of the weaning period of growing

ABSTRACT

Relevance. The study of the physiological effect of the pancreas, which is a slaughter waste, on the body of calves of early weaning during the formation of digestive activity of the gastrointestinal type to improve the adaptive capabilities of the body of calves is of scientific and practical interest.

Methods. Scientific and production experience was carried out on calves of the weaning period for 90 days. The pancreas of pigs (pancreas) was fed, obtained from the waste of the slaughterhouse production, dried with the use of lyophilization. Calves — analogs by breed, age, live weight — were formed into two groups ($n = 8$), the animals of the experimental group were given a feed product at the rate of 40 mg/kg of live weight daily with compound feed with group loose content. Live weight accounting ($n = 8$) and analysis of biochemical and hematological composition of blood ($n = 5$) were carried out.

Results. Higher live weight gains of calves treated with PHC were established with improvement of biochemical and hematological blood parameters (without negative aftereffect). With a tendency to increase the level of total protein due to the albumin fraction, a lower level of urea is also positive evidence of an improvement in nitrogen metabolism. Higher creatinine levels in combination with glucose and alkaline phosphatase levels characterize an increase in the availability of energy exchange processes in the body of calves under the influence of a feed product. Positive differences in the levels of phospholipids, triglycerides, cholesterol against the background of lower bilirubin levels indicate an improvement in lipid metabolism, but also (indirectly) lipotropic liver function. Positive trends have been established in hematological indicators of blood, higher levels of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, lower levels of leukocytes.

Key words: calves, weaning, slaughter waste, pancreas, lyophilization, weight gain, biochemistry, hematology, blood

For citation: 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 cultivation. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 59–63 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-59-63>

© Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Mishurov A.V., Devyatkin V.A., Rykov R.A.

Введение/Introduction

Современные мясоперерабатывающие предприятия имеют возможность применения экологически безопасных технологий использования боенских отходов для производства не только высокопитательных кормовых добавок, но и переработки ряда эндокринных органов, имеющих высокую физиологическую ценность. Наряду с соблюдением требований экологической безопасности рациональное использование боенских отходов представляет возможность получения широкого арсенала кормовых средств, имеющих высокий биологический потенциал [1–5].

Для повышения биологической полноценности рационов жвачных могут использоваться такие кормовые продукты, как кровяная, мясокостная, костная мука, кератины рогов, копыт, эластины соединительных тканей животных, коллагены костной и хрящевой ткани, белковые концентраты и гидролизаты переработки кожи, шкура, каныга, получаемые в современных технологических циклах переработки боенских отходов [4, 5].

Циклы переработки боенского биоматериала включают его измельчение, обработку высокими температурами воздействия, последующее обезвоживание, окончательное дробление с параллельной стерилизацией. Переработка может проводиться в аппаратах непрерывного либо периодического действия при атмосферном или избыточном давлении под вакуумом при сухом способе тепловой обработки. Либо мокрым способом путем непосредственного воздействия на сырье острым паром или водой, существенно влияя на структуру биоматериала [6–11].

К настоящему времени установлены возможности использования в рационах жвачных животных ряда продуктов переработки боенских отходов в виде протеиновых, энергетических и минеральных добавок [6].

При общеизвестных особенностях пищеварительных процессов у жвачных животных, заключающихся в симбиотных преобразованиях экзогенных растительных источников питательных веществ в преджелудках, установлено, что кормовые средства животного происхождения имеют меньшую доступность симбиотной микрофлоре преджелудков с более полным поступлением и усвоением их в кишечнике [12].

На переваривание кормов животного происхождения организму жвачных животных требуется адаптивная выработка специфических пищеварительных амилаптополипитических ферментов поджелудочной железы. В целом затраты питательных веществ и энергии на переваривание и усвоение кормов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных составляют 50–60% от поступающих в составе рациона со значительным их расходом на синтез пищеварительных ферментов.

Для повышения адаптивных возможностей животного организма необходим поиск путей и механизмов улучшения деятельности пищеварительной системы у молодняка в раннем постнатальном онтогенезе, который характеризуется, как правило, недостаточной функциональной деятельностью преджелудков, печени, поджелудочной железы. Полное развитие и формирование желудочно-кишечного типа пищеварительной деятельности, характерного жвачным животным, наступают только к 4–6-месячному возрасту (в зависимости от типов кормления). Общеизвестно, что пищеварительные процессы представляют собой сложную биотрансформацию питательных веществ, потребляемых

в составе кормов, осуществляемую в процессах ферментной деполимеризации с динамичным конвейерным использованием разнообразных ферментов. При этом длительность ферментативных адаптаций адаптивно-приспособительного характера панкреатической секреции поджелудочной железой осуществляется до 20 дней (в зависимости от характера кормления) [13–17].

В целях ускорения становления преджелудков у растущих жвачных животных в настоящее время находят применение пробиотических препаратов амила-, протео- и целлюлолитической направленности физиологического действия, а также кормовых ферментов микробиологического синтеза. В связи с этим перспективным является изучение возможностей использования поджелудочной железы свиней, являющейся отходом боенских производств, полученную в результате сублимационной сушки, позволяющей сохранить исходные свойства, физическую и биологическую целостность биоматериала, в частности пищеварительных ферментов. Боенские отходы поджелудочных желез использовались для выделения инсулина, но в связи с переводом производства инсулина на синтетическую основу их использование для нужд фармакологии в настоящее время незначительно. При этом часть получаемых поджелудочных желез перерабатывается для производства медицинского и технического панкреатина, трипсина и химотрипсина [9, 18, 19].

В ранее проведенных физиологических исследованиях на телятах, имеющих хронические фистулы рубца по Басову, после молочного периода выращивания и откормочных бычках установлено улучшение показателей видимой переваримости питательных веществ кормов при положительных изменениях в кишечном пищеварении под действием запатентованного препарата (панкрин), являющегося отходом поджелудочной железы свиней после экстракции инсулина. Специфическое физиологическое его действие на пищеварительные процессы в применяемой дозе 40 мг/кг живой массы способствовало значительному повышению интенсивности роста бычков, выращиваемых в условиях интенсивной технологии производства говядины [20].

Учитывая, что боенские отходы поджелудочных желез далеко не полностью используются в фармакологии и промышленном производстве, несомненный научно-практический интерес представляет их применение для разработки кормовых продуктов, способствующих улучшению пищеварительных и обменных процессов в организме сельскохозяйственных животных, раскрытию генетического потенциала.

Цель исследований — изучение обменных процессов в организме телят послемолочного периода выращивания при скормливании лиофильно высушенной поджелудочной железы свиней (ПЖС) в дозе 40 мг/кг живой массы.

В задачи исследований входило: в сравнительном аспекте изучить интенсивность роста телят, получавших ПЖС, относительно контроля; изучить особенности обменных процессов в организме животных под действием кормового продукта.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования проводились в соответствии с методическими требованиями¹ в условиях фермы «Зыбино», экспериментального хозяйства «Клёново-Чегодаево»

¹ Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос. 1976; 303.

Таблица 1. Схема научно-производственного опыта
Table 1. Scheme of research and production experience

Группа	Количество голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
Контрольная	8	90	Основной рацион (ОР)
Опытная	8	90	(ОР) + ПЖС по 40 мг/кг живой массы

Таблица 2. Динамика роста живой массы животных ($n = 8$)
Table 2. Dynamics of growth in live weight of animals ($n = 8$)

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Масса при постановке, кг	50 ± 3,91	49,75 ± 2,15
Масса через 30 дней, кг	71,5 ± 2,87	73 ± 3,97
Среднесуточный прирост за 30 дней, г	716,7	775
Масса через 60 дней, кг	94,38 ± 3,7	97,63 ± 5,65
Среднесуточный прирост за 30 дней, г	762,5	820,8
Масса через 90 дней, кг	116,88 ± 4,16	123,5 ± 7,24
Среднесуточный прирост за 30 дней, г	750	862,5
Прирост за 90 дней, кг	66,88 ± 2,66	73,75 ± 6,34
Среднесуточный прирост за 90 дней	743,1	819,4
Масса через 30 дней после опыта, кг	139,28 ± 6,76	148,51 ± 5,47
Прирост за 30 дней последействия, кг	22,4 ± 3,16	25,01 ± 4,76
Среднесуточный прирост, г	746,7	833,7

Московской области в 2019 году в течение 90 дней на двух группах телочек черно-пестрой голштинизированной породы (по восемь голов в каждой) с последующим учетом последействия через 30 дней после скормливания. ПЖС задавали в смеси с комбикормом в дозе 40 мг/кг живой массы телятам отъемного периода выращивания (табл. 1).

Следует принимать во внимание, что данный период характеризуется сложной перестройкой пищеварительной системы к желудочно-кишечному типу пищеварения.

Животные подопытных групп при групповом беспривязном содержании получали сбалансированные по детализированным нормам² общехозяйственные рационы с прекращением выпойки молока в возрасте трех месяцев.

В период проведения исследований животные находились под постоянным ветеринарным контролем и были физиологически здоровы.

Зоотехнический учет живой массы проводили на основании ежемесячных взвешиваний животных.

Протокол исследования на животных был одобрен биоэтической комиссией ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (протокол от 20 марта 2023 года № 2).

Кормовой продукт — сухая поджелудочная железа свинья (ПЖС) получена в лаборатории физиологии и биохимии сельскохозяйственных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста и представляет собой порошок влажностью 5–6%, содержащий преимущественно липиды, органические вещества, белки, в составе которых пептиды, свободные аминокислоты, ферменты и другие биологические вещества [11].

В конце опыта у подопытных животных производился забор крови из яремной вены ($n = 5$) с последующим определением биохимических (общий белок, альбумины, глобулины, креатинин, мочевина, билирубин общий, холестерин общий, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, АСТ, АЛТ) показателей, триглицеридов и гематологических (гемоглобин, эритроциты, лимфоциты, гематокрит) показателей на автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell (Awareness Technology, США) в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

Полученные материалы обработаны биометрически с помощью прикладных программ Microsoft Excel (США) с вычислением таких величин, как среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка (m) и уровень значимости (p). Результаты исследований считаются высокостатистическими при $p < 0,001$ и достоверными при $p < 0,01$ и $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При сравнительно одинаковой постановочной живой массе через месяц после начала эксперимента животные в контрольной группе весили 71,5 кг, в опытной — 73 кг со среднесуточным приростом, соответственно, 716,7 г и 775 г. Через два месяца эти значения составляли в контроле 94,38 кг и 762,5 г, а в опыте — 97,63 кг и 820,8 г соответственно (табл. 2).

Наблюдалась общая положительная тенденция к увеличению прироста живой массы с наибольшей разницей в третий месяц скормливания препарата ПЖС при среднесуточном приросте у животных опытной группы 862,5 г против 750 г в контроле (15%). За 90 дней опыта дополнительный прирост живой массы животных контрольной группы составил 66,88 кг, а опытной — 73,75 кг (выше на 10,3%) при среднесуточных приростах живой массы, соответственно, 743,1 г и 819,4 г.

Отмечая положительную тенденцию роста живой массы телят под действием ПЖС в период становления желудочно-кишечного типа пищеварения, положительная разница сохранилась и после отмены скормливания, составив 11,7%, при среднесуточном приросте живой массы 833,7 г в опытной группе против 746,7 г в контроле.

Полученные данные в ходе эксперимента согласуются с результатами ранее проведенных физиологических исследований на жвачных животных, имеющих фистулы рубца и дуоденальные анастомозы по А.Д. Синещеву, и научно-производственных опытов по изучению продуктивного действия кормового продукта, полученного из лиофилизированной ПЖС после экстракции инсулина [20].

Выявленное положительное действие ПЖС на рост телят раннего постнатального онтогенеза обусловлено положительными изменениями белкового и углеводно-жирового обмена (табл. 3).

Установлен более высокий уровень общего белка в сыворотке крови животных в опытной группе (на 2,4%), в том числе фракции альбуминов на 3,8% ($p \leq 0,05$), глобулинов — на 1,2% при изменении А/Г коэффициента до 0,87 единиц против 0,85 в контроле. О положительных изменениях азотистого обмена свидетельствует и более низкий уровень мочевины (на 28,2%) ($p \leq 0,05$) с более высоким (на 4,8%) уровнем креатинина ($p \leq 0,05$), характеризующего также и активизацию энергетического обмена через креатинфосфат. В дополнение свидетельством более высокого уровня энергообеспеченности обменных процессов в организме телят под действием ПЖС является более высокий (на 22,4%) уровень концентрации глюкозы, составивший 4,16 мм/л против 3,4 мм/л ($p \leq 0,05$), являющейся источником энергии во всех жизненно важных процессах, протекающих в организме, и одним из важнейших параметров, характеризующих в данном случае улучшение углеводного обмена вследствие физиологического действия ПЖС в организме растущих животных.

² Калашников А.П., Клейменов Н.И., Щеглов В.В. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. Часть 1. Крупный рогатый скот. М.: Знание. 1994; 400.

Таблица 3. Биохимические показатели крови (n = 5)

Table 3. Biochemical parameters of blood (n = 5)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Белок общий, г/л	71,63 ± 0,71	73,32 ± 0,25*
Альбумины, г/л	32,8 ± 0,27	34,04 ± 0,47*
Глобулины, г/л	38,83 ± 0,65	39,28 ± 0,67
А/Г коэффициент	0,85 ± 0,02	0,87 ± 0,03
Мочевина, мм/л	4,46 ± 0,39	3,48 ± 0,11*
Креатинин, мкм/л	90,46 ± 1,6	94,78 ± 1,07*
Глюкоза, мм/л	3,4 ± 0,12	4,16 ± 0,14*
Триглицериды, мм/л	0,14 ± 0,01	0,17 ± 0,01*
Фосфолипиды, мм/л	0,32 ± 0,03	0,45 ± 0,04*
Холестерин, мм/л	1,68 ± 0,11	2,02 ± 0,1*
Билирубин общий, мкм/л	4,31 ± 0,26	3,41 ± 0,13*
АЛТ, нкат/л	35,79 ± 0,54	37,38 ± 0,71
АСТ, нкат/л	85,99 ± 3,58	88,1 ± 3,1
АСТ/АЛТ	2,4 ± 0,09	2,35 ± 0,09
Щелочная фосфатаза, нкат/л	277,2 ± 13,89	335,03 ± 10,07*
Ca, мм/л	2,83 ± 0,1	3,01 ± 0,04
P, мм/л	1,57 ± 0,06	1,71 ± 0,09
Ca/P	1,81	1,77
Mg, мм/л	0,93 ± 0,1	1,11 ± 0,06
Fe, мкм/л	28,55 ± 1,07	29,94 ± 2,17
Хлориды, мм/л	104,86 ± 2,01	105,2 ± 1,64

* Различия по сравнению с контролем статистически достоверны при $p \leq 0,05$.

О более высокой обеспеченности энергией метаболических процессов в организме телят под влиянием ПЖС свидетельствует и более высокий уровень активности щелочной фосфатазы (на 20,9%) ($p \leq 0,01$). Щелочная фосфатаза, катализирующая гидролиз моноэфиров ортофосфорной кислоты, отражает состояние энергетического обмена, ее более высокий уровень указывает на более высокую обеспеченность клеток тканей организма в виде АТФ. К тому же является маркерным ферментом минерального обмена, в частности кальциево-фосфорного, ее более высокий уровень согласуется с более высоким уровнем фосфора (на 8,9%) ($p \leq 0,05$) в сыворотке крови животных, получавших ПЖС.

Во взаимосвязи с более высоким уровнем энергетической обеспеченности вследствие применения ПЖС выявлены положительные различия в уровне фосфолипидов в сыворотке крови с 0,32 до 0,45 мм/л (на 40,6% при $p \leq 0,05$), уровне триглицеридов — на 21,5% ($p \leq 0,05$), холестерина — на 20,2% ($p \leq 0,05$) при снижении общего билирубина на 26,4% ($p \leq 0,05$), что может свидетельствовать не только об улучшении липидного обмена.

В сыворотке крови подопытных животных не выявлено значительной разницы в активности аминотрансфераз.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований (№ 123011700008-3).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Будеева И.Ю., Кузнецов М.Ю. Изучение эффективности использования кормов из биологических отходов животного происхождения при кормлении коров. *Основы и перспективы органических биотехнологий*. 2019; (4): 3–9. <https://www.elibrary.ru/hizedk>
- Воротников И.Л. и др. Наилучшие доступные технологии убоя животных и птицы на мясоперерабатывающих предприятиях. *Переработка побочных продуктов. Монография. Саратов: Саратовский ГАУ*. 2018; 609. ISBN 978-5-907035-16-4 <https://www.elibrary.ru/yolool>

Таблица 4. Гематологические показатели крови (n = 5)

Table 4. Hematological parameters of blood (n = 5)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Лейкоциты, 10^9 /л	14,33 ± 0,49	12,65 ± 0,31*
Эритроциты, 10^{12} /л	6,35 ± 0,41	7,19 ± 0,33
Гемоглобин, г/л	88,81 ± 3,28	97,82 ± 4,87
Гематокрит, %	25,13 ± 1,54	28,38 ± 1,03

* Различия по сравнению с контролем статистически достоверны при $p \leq 0,05$.

По минеральному обмену значительной разницы в показателях содержания изучаемых минеральных веществ не установлено при тенденциях более высоких уровней кальция, магния, железа.

Применение в питании телят ПЖС обусловило более низкий уровень лейкоцитов (на 13,3% при $p \leq 0,05$) с установленной тенденцией повышения уровня эритроцитов на 13,2%, гемоглобина — на 10,1%, гематокрита — на 12,9% (табл. 4).

Таким образом, полученные показатели биохимических и гематологических исследований крови свидетельствуют об улучшении метаболических процессов в организме телят раннего постнатального онтогенеза под действием кормового продукта из ПЖС в сложный адаптационный период становления пищеварительной системы при ускорении роста животных.

Выводы/Conclusion

При сравнительно одинаковой постановочной живой массе за 90 дней опыта дополнительный прирост живой массы животных контрольной группы составил 66,88 кг, а опытной — 73,75 кг (выше на 10,3%) при среднесуточном приросте живой массы, соответственно, 743,11 г и 819,4 г без отрицательного последствия.

Установлен более высокий уровень общего белка в сыворотке крови животных в опытной группе (на 2,4%), в том числе фракции альбуминов на 3,8% ($p \leq 0,05$), глобулинов — на 1,2% при изменении А/Г коэффициента до 0,87 единиц против 0,85 в контроле, при более низком уровне мочевины (на 28,2% при $p \leq 0,05$).

Выявлены более высокий уровень активности щелочной фосфатазы (на 20,9%) ($p \leq 0,01$) и уровень концентрации глюкозы (на 22,4%) в организме телят под влиянием ПЖС.

Применение в питании телят ПЖС обусловило более низкий уровень лейкоцитов (на 13,3% при $p \leq 0,05$) с установленной тенденцией повышения уровня эритроцитов на 13,2%, гемоглобина — на 10,1%, гематокрита — на 12,9%.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

The research was carried out with the financial support of fundamental scientific research (No. 123011700008-3).

REFERENCES

- 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*. 2019; (4): 3–9 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/hizedk>
- Vorotnikov I.L. et al. The best available technologies for slaughtering animals and poultry at meat processing plants. Processing of by-products. Monograph. *Saratov: Saratov State Agrarian University*. 2018; 609 (In Russian). ISBN 978-5-907035-16-4 <https://www.elibrary.ru/yolool>

3. Кузнецова Н.А., Зинич Л.В. Вторичная переработка отходов как фактор устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий. *Фундаментальные исследования*. 2021; (11): 120–124. <https://doi.org/10.17513/fr.43132>
4. Пасичный В.Н. Вторичное может стать первичным. Рационализация использования ресурсов мясозерного производства. Эндокринные железы для производства ферментных и органолептических. *Мясной бизнес*. 2006; (1): 47–76.
5. Nguyen V.T. (ed.). Potential, Uses and Future Perspectives of Agricultural Wastes. Recovering Bioactive Compounds from Agricultural Wastes. Wiley. 2017; 1–32. <https://doi.org/10.1002/9781119168850.ch1>
6. Алексин Ю.Н., Елизарова Т.И., Лазарев Б.П., Минченко С.В. Особенности получения и питательность экструдированных кормов с включением боенских отходов. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания*. 2014; (1): 27–31. <https://www.elibrary.ru/sfqczx>
7. Курочкин А.А. Способ производства кормов из отходов животного и растительного происхождения с повышенной влажностью ингредиентов. *Инновационная техника и технология*. 2019; 6(2): 21–25. <https://www.elibrary.ru/vnfofu>
8. Лаптева Н.Г. Возможность эффективного использования побочных продуктов убоя. *Наука, бизнес, власть — триада регионального развития. Сборник статей по материалам III Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Научразвитие*. 2018; 80–83. <https://www.elibrary.ru/yobjpn>
9. Сидоров Ю.И. Промислові ліофільні сушарки періодичної дії у біотехнології. *Біотехнологія*. 2012; 5(6): 39–46 (на укр. яз.). <https://www.elibrary.ru/pwcdij>
10. Темников Д.А., Соколов Н.А., Чепуштанова О.В. Стандартизация кормов животного происхождения. *Теоретические, практические и безопасные аспекты ведения сельского хозяйства. Сборник тезисов круглого стола. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет*. 2021; 215–217. <https://www.elibrary.ru/yhdpif>
11. Файвишевский М.Л. К вопросу о комплексной переработке некоторых видов побочного мясного сырья. *Мясные технологии*. 2019; (8): 54–57. <https://www.elibrary.ru/uwblek>
12. Мишуров А.В., Боголюбова Н.В., Романов В.Н. Процессы пищеварения у овец при включении в рацион кровяной муки. *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства*. 2019; (2): 83–86. <https://www.elibrary.ru/hpdcvs>
13. Батоев Ц.Ж. Адаптация ферментов поджелудочной железы при переваривании пищи животного и растительного происхождения. *Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география*. 2018; (2): 70–75. <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2018-2-70-75>
14. Батоев Ц.Ж., Санжиева С.Е. Пищеварительная функция поджелудочной железы животных и ее адаптация к качеству видового питания. *Вестник Бурятского государственного университета*. 2012; (SB): 268–272. <https://elibrary.ru/pbidnj>
15. Батоев Ц.Ж., Башанова М.Ф., Котурай И.А. Ферментативная активность гомогената ткани поджелудочной железы крупного рогатого скота и ее адаптация. *Вестник Бурятского государственного университета*. 2012; (4): 190–192. <https://elibrary.ru/pfrmsr>
16. Котурай И.А. Пищеварительная функция поджелудочной железы овец и ее адаптация. *Вестник Бурятского государственного университета*. 2012; (4): 192–194. <https://elibrary.ru/pfrmtb>
17. Можейко Л.А., Гончар И.В., Аниско Е.Л. Морфофункциональная характеристика поджелудочной железы в постнатальном онтогенезе. *Морфология*. 2007; 131(3): 82. <https://elibrary.ru/ijiduv>
18. Касымов С.К., Тулеуов Е.Т. Использование эндокринного сырья КРС для производства биологически активных продуктов. *Техника и технология пищевых производств*. 2009; (4): 58–60. <https://elibrary.ru/kyuqpf>
19. Малофеев Ю.М., Рядинская Н.И. Поджелудочная железа маралов как источник эндокринно-ферментного сырья. *Актуальные проблемы патологии животных. Материалы Международного съезда терапевтов, диагностов. Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет*. 2005; 107–110. <https://elibrary.ru/zwabid>
20. Клинская М.М., Романов В.Н. Использование отхода производства инсулина в животноводстве. *Кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. Бюллетень научных работ. Дубровицы: ВИЖ*. 1987; 88: 39–41.

ОБ АВТОРАХ

Виктор Николаевич Романов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных romanoff-viktor51@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-3542-5370>

Надежда Владимировна Боголюбова, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник 652202@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Алексей Владимирович Мишуров, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных a.v.mishurov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-7382-1625>

Владимир Анатольевич Деяткин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных vladimir.devjatkin@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2362-029>

Роман Анатольевич Рыков, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных brukw@bk.ru <https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста пос. Дубровицы, 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия

3. Kuznetsova N.A., Zinich L.V. Secondary waste processing as a factor of sustainable development of agricultural enterprises. *Fundamental research*. 2021; (11): 120–124 (In Russian). <https://doi.org/10.17513/fr.43132>
4. Pasichny V.N. Secondary can become primary. Rationalization of the use of meat and fat production resources. Endocrine glands for the production of enzyme and organ preparations. *Myasnoi biznes*. 2006; (1): 47–76 (In Russian).
5. Nguyen V.T. (ed.). Potential, Uses and Future Perspectives of Agricultural Wastes. Recovering Bioactive Compounds from Agricultural Wastes. Wiley. 2017; 1–32. <https://doi.org/10.1002/9781119168850.ch1>
6. Alekhin Yu.N., Elizarova T.I., Lazarev B.P., Minchenko S.V. Features of obtaining and nutritional value of extruded feed with the inclusion of slaughterhouse waste. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex — healthy food products*. 2014; (1): 27–31 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/sfqczx>
7. Kurochkin A.A. Method of production of feed from waste animal and vegetable origin with high humidity ingredients. *Innovative Machinery and Technology*. 2019; 6(2): 21–25 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/vnfofu>
8. Lapteva N.G. The possibility of effective use of by-products of slaughter. *Science, business, power are a triad regional development. Collection of articles based on materials of the III International Scientific and Practical Conference*. St. Petersburg: Natsrazvitie. 2018; 80–83 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yobjpn>
9. Sidorov Yu.I. Industrial lyophilic batch dryers of periodic action in biotechnology. *Biotechnologia Acta*. 2012; 5(6): 39–46 (In Ukrainian). <https://www.elibrary.ru/pwcdij>
10. Temnikov D.A., Sokolov N.A., Chepushtanova O.V. Standardization of feed of animal origin. *Theoretical, practical and safe aspects of farming. Collection of abstracts of the round table*. Ekaterinburg: Urals State Agricultural Academy. 2021; 215–217 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yhdpif>
11. Faivishevsky M.L. On the issue of complex processing of some types of by-product meat raw materials. *Meat Technology*. 2019; (8): 54–57 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/uwblek>
12. Mishurov A.V., Bogolyubova N.V., Romanov V.N. Sheep digestive processes at blood meal enabled in the ration. *Journal of VNIIMZH*. 2019; (2): 83–86 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/hpdcvs>
13. Batoev Ts.Zh. Adaptation of pancreatic enzymes during the digestion of food of animal and vegetable origin. *Bulletin of Buryat State University. Biology, geography*. 2018; (2): 70–75 (In Russian). <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2018-2-70-75>
14. Batoev Ts.Zh., Sanzhieva S.E. The digestive function of animals pancreas and its adaptation to the quality of specific food. *Bulletin of Buryat State University*. 2012; (SB): 268–272 (In Russian). <https://elibrary.ru/pbidnj>
15. Batoev Ts.Zh., Bashanova M.Ph., Koturai I.A. The enzymatic activity of cattle pancreatic tissue homogenate and its adaptation. *Bulletin of Buryat State University*. 2012; (4): 190–192 (In Russian). <https://elibrary.ru/pfrmsr>
16. Koturai I.A. The digestive function of the sheep pancreas and its adaptation. *Bulletin of Buryat State University*. 2012; (4): 192–194 (In Russian). <https://elibrary.ru/pfrmtb>
17. Mozheiko L.A., Gonchar I.V., Anisko E.L. Morphofunctional characteristics of the pancreas in postnatal ontogenesis. *Morphology*. 2007; 131(3): 82 (In Russian). <https://elibrary.ru/ijiduv>
18. Kasymov S.K., Tuleuov E.T. Use of endocrine raw material KPC for manufacture biological active products. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2009; (4): 58–60 (In Russian). <https://elibrary.ru/kyuqpf>
19. Malofeev Yu.M., Ryadinskaya N.I. The pancreas of marals as a source of endocrine-enzyme raw materials. *Actual problems of animal pathology. Proceedings of the International Congress of Therapists, Diagnosticians*. Barnaul: Altai State Agricultural University. 2005; 107–110 (In Russian). <https://elibrary.ru/zwabid>
20. Klinskaya M.M., Romanov V.N. The use of insulin production waste in animal husbandry. *Feeding of agricultural animals and feed technology. Bulletin of scientific works*. Dubrovitsy: VIZh. 1987; 88: 39–41 (In Russian).

ABOUT THE AUTHORS

Viktor Nikolaevich Romanov, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals romanoff-viktor51@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0002-3542-5370>

Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher 652202@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Aleksey Vladimirovich Mishurov, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals a.v.mishurov@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-7382-1625>

Vladimir Anatolievich Devyatkin, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals vladimir.devjatkin@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-2362-029>

Roman Anatolievich Rykov, Senior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals brukw@bk.ru <https://orcid.org/0000-0003-0228-8901>

Federal Research Center of Animal Husbandry — VIZ Academician L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia