

**ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ /
INNOVATIVE DEVELOPMENTS**

Обзорная статья / *Review article*

УДК 636.084/636.085/636.087

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-20-9-25

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
РЕГИОНАЛЬНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ
С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТИ КОРМОВ**

***HOW TO INCREASE THE NUTRITIONAL VALUES OF FORAGES
USING THE REGIONAL RAW MATERIALS***

Елена Ю. Анисимова, кандидат биологических наук
Екатерина В. Карпенко, кандидат биологических наук
Кермен Е. Бадмаева, кандидат биологических наук, доцент
Виктория С. Убушиева, соискатель

Elena Yu. Anisimova, PhD (Biology)
Ekaterina V. Karpenko, PhD (Biology)
Kermen E. Badmaeva, PhD (Biology), Associate Professor
Viktoria S. Ubushieva, Applicant

Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

*Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

Контактное лицо: Анисимова Елена Юрьевна, ведущий научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: elanis1009@mail.ru; тел.: 89692936573; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7508-3897>.

Для цитирования: Анисимова Е.Ю., Карпенко Е.В., Бадмаева К.Е., Убушиева В.С. Эффективность использования региональных сырьевых ресурсов с целью повышения питательной ценности кормов // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 20, № 4. С. 9-25. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-20-9-25>.

Principal Contact: Elena Yu. Anisimova, PhD (Biology), Leading Researcher of the Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: elanis1009@mail.ru; tel.: +79692936573; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7508-3897>.

For citation: Anisimova E.Yu., Karpenko E.V., Badmaeva K.E., Ubushieva V.S. How to increase the nutritional values of forages using the regional raw materials. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2022;20(4):9-25. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-20-9-25>.

Резюме

Цель. Научно-практическое обоснование положительного влияния разработанных новых кормовых добавок на метаболизм сельскохозяйственных животных и птицы.

Материалы и методы. Исследования выполнены с использованием традиционных научных методов сбора информации, обработки первичного материала, обобщения, систематизации. Анализ биохимических, зоотехнических, морфологических, гистологических, органолепти-

ческих, функционально-технологических показателей проводили в соответствии с общепринятой нормативно-технической документацией.

Обсуждение. Доказано, что использование в составе кормов для крупного рогатого скота природных сорбентов и минералов (бентониты, диатомиты, известняки, различные фракции бишофита), вторичного сырья и отходов пищевых производств (жмыхи, шроты, выжимки) позволяет снизить техногенную нагрузку на организм животных (в 3-6 раз), повысить уровень конверсии питательных веществ кормов (16-40%), улучшить процессы метаболизма, увеличить продуктивность (10-16%) и уровень рентабельности отрасли (7-14%). При этом животные различных пород и направлений продуктивности отличаются по способности аккумулировать экотоксиканты. Включение в состав рациона витаминно-минерального комплекса, содержащего бета-каротин, витамины Е, С и селен в биодоступной форме, позволяет исключить стресс-фактор, имеющий место при парентеральном введении коммерческого двухкомпонентного аналога, и добиться более значительного физиологического эффекта на организм лактирующих коров. Разработанные белково-минеральные препараты, содержащие биодоступные формы йода и селена, кормовые добавки на основе лактулозы в сочетании с медовыми экстрактами высокоценного растительного сырья, биологически активные комплексы лактулозы и региональных природных ископаемых ресурсов, стимулируют иммунные механизмы, способствуют формированию функциональных свойств животноводческой продукции, что особенно важно в профилактике алиментарно-зависимых состояний у населения. Куры-несушки, потреблявшие обогащенные корма, более полно использовали питательные вещества рациона, как следствие, больше их выделили в яичную продукцию. Так, протеина с яйцом было выделено больше на 10,9-13,2%, жира – на 11,4-14,3%, кальция – на 2,3-2,7%, фосфора – на 3,5-4,2%. В свиноводстве результаты выполненной работы апробированы и рекомендованы к внедрению с целью активизации обменных процессов в организме животных, более полного переваривания протеина – в среднем на 2,0%, повышения степени использования азота – в среднем на 6,0%, что приводит к накоплению в туше более высокого содержания белка (в среднем на 19,2%). Установлено, что употребление крысами мяса, полученного от свиней, выращенных с использованием кормовых антибиотиков, приводит к повышению функциональной активности печени главным образом за счет активации белкового метаболизма, а применение свиного сала в рационе крыс вызывает усиление детоксикационной функции печени, что приводит к повышению активности трансаминаз в крови и ткани органа, изменению липидного обмена и появлению модифицированных жиром гепатоцитов. Обоснованы перспективы использования в кормлении мясного скота региональных энтоморесурсов. В результате изучения химического состава и питательной ценности экстрадированной добавки из саранчи, ее влияния на усвояемость и использование питательных веществ рациона, динамику морфологических и биохимических показателей крови, линейный и весовой прирост подопытных бычков, мясную продуктивность, убойные параметры бычков и качество мясного сырья рассчитана экономическая эффективность производства говядины, экспериментально подтверждена целесообразность дальнейшего внедрения разработки.

Заключение. Разработаны высокоэффективные подходы к реализации генетического потенциала региональных породных ресурсов за счет повышения уровня конверсии питательных веществ кормов и рационов.

Ключевые слова: кормопроизводство, животноводство, рацион, питательные вещества, биоконверсия, вторичное сырье, полезные ископаемые, продуктивность

Abstract

Purpose. *Scientific and practical substantiation of the positive impact of the developed new feed additives on the metabolism of farm animals and poultry.*

Materials and Methods. *The studies were carried out using traditional scientific methods of collecting information, processing primary material, generalization, and systematization. The analysis of biochemical, zootechnical, morphological, histological, organoleptic, functional and technological indicators was carried out in accordance with the generally accepted normative and technical documentation.*

Discussion. *It has been proven that the use of natural sorbents and minerals (bentonites, diatomites, limestones, various fractions of bischofite), secondary raw materials and food production wastes (cake, meal, pomace) in the composition of feed for cattle makes it possible to reduce the technogenic load on the animal body (in 3-6 times), increase the level of conversion of feed nutrients (16-40%), improve metabolic processes, increase productivity (10-16%) and the level of profitability of the industry (7-14%). At the same time, animals of different breeds and directions of productivity differ in their ability to accumulate ecotoxicants. Inclusion in the diet of a vitamin-mineral complex containing betacarotene, vitamins E, C and selenium in a bioavailable form makes it possible to eliminate the stress factor that occurs during the parenteral administration of a commercial two-component analogue and achieve a more significant physiological effect on the body of lactating cows. The developed protein-mineral preparations containing bioavailable forms of iodine and selenium, feed additives based on lactulose in combination with honey extracts of highly valuable plant materials, biologically active complexes of lactulose and regional natural resources stimulate immune mechanisms, contribute to the formation of the functional properties of livestock products, which is especially important in the prevention of alimentary-dependent conditions in the population. Laying hens that consumed enriched feed used the nutrients of the diet more fully, as a result, more of them were excreted in egg products. So, protein with an egg was excreted more by 10.9-13.2%, fat – by 11.4-14.3%, calcium – by 2.3-2.7%, phosphorus – by 3.5-4.2%. In pig breeding, the results of the work performed have been tested and recommended for implementation in order to activate metabolic processes in the animal body, more complete protein digestion – by an average of 2.0%, an increase in the degree of nitrogen utilization – by an average of 6.0%, which leads to accumulation in the carcass of a higher protein content (on average by 19.2%). It has been established that the use of meat obtained from pigs grown with the use of feed antibiotics by rats leads to an increase in the functional activity of the liver, mainly due to the activation of protein metabolism, and the use of lard in the diet of rats causes an increase in the detoxification function of the liver, which leads to an increase in the activity of transaminases in the blood and tissue of the organ, a change in lipid metabolism and the appearance of fat-modified hepatocytes. The prospects for the use of regional entomoresources in feeding beef cattle are substantiated. As a result of studying the chemical composition and nutritional value of the extruded locust additive, its effect on the digestibility and use of dietary nutrients, the dynamics of morphological and biochemical blood parameters, the linear and weight gain of experimental calves, meat productivity, slaughter parameters of calves and the quality of raw meat, a economic efficiency of beef production, the expediency of further implementation of the development has been experimentally confirmed.*

Conclusion. *Highly effective approaches have been developed to realize the genetic potential of regional breed resources by increasing the level of nutrient conversion of feed and diets.*

Keywords: *feed production, animal husbandry, diet, nutrients, bioconversion, secondary raw materials, minerals, supplements, productivity*

Введение. Реализация генетического потенциала высокопродуктивных животных и птицы находится в тесной взаимосвязи с условиями их содержания. При этом полноценность кормления является одним из первостепенных паратипических факторов. Исследованиям по разработке новых способов повышения экологической безопасности животноводческого сырья, получения органической сельскохозяйственной продукции и продуктов ее переработки посвящен ряд работ как российских, так и зарубежных ученых (Рыжкова С.М. и др., 2018; Bryukhanov AYu et al., 2020; Ким И.Н., Комин А.Э., 2022; Bello A et al., 2022; Ghazzal M et al., 2022). Сформулированы критерии отбора препаратов при разработке сорбционно-детоксицирующих комплексов для использования в составе рецептур комбикормов (Захарова Л.Л. и др., 2018; Жиенбаева С.Т. и др., 2020; Wang K et al., 2022). Разрабатываются новые кормовые комплексы, адресные премиксы, белково-витаминно-минеральные добавки, повышающие продуктивные качества сельскохозяйственных животных и птицы (Шастак Е., 2022; da Silva Oliveira V et al., 2022; Yaqoob Mu et al., 2022). Так, в 2023 г. опубликована работа по изучению сополимеров β -каротина как новых фитохимических иммуномодуляторов, способных поддерживать здоровье и продуктивность животных (птицы, свиньи и лактирующие коровы) без использования кормовых антибиотиков (Riley WW et al., 2023). Ряд исследований посвящено прижизненному обогащению продукции животноводства биогенными элементами посвящены работы (Behroozlak M et al., 2020; Растопшина Л.В., 2021; Giro TM et al., 2022).

Учитывая актуальность исследований по заявленной тематике, **целью** выполненной работы являлась разработка научной стратегии получения мясо-молочного и птицеводческого сырья с заданными параметрами качества на основе использования в рационах животных новых кормовых и биологически активных добавок с нутрицевтиками.

Материалы и методы. Постановка научно-хозяйственных экспериментов для практического обоснования эффективности использования разработанных кормовых средств с высокой биодоступностью питательных веществ выполнялась с использованием следующих методик: «Основы опытного дела в животноводстве» (Овсянников А.И., М.: Колос, 1976 г.), «Методика и организация зоотехнических опытов» (Викторов П.И., Менькин В.К., М.: Агропромиздат, 1991 г.), «Методика проведения производственных опытов на животных по кормлению» (Менькин В.К. и др., М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 1991 г.), «Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP» (Мидлтон М.Р., М.: Бинном. Лаборатория изданий, 2005), «Математическое обеспечение эксперимента в животноводстве» (Куликов Л.В., Никишов А.А., М.: Изд-во РУДН, 2006), Statistics Principles and Methods (Johnson RA and Bhattacharyya GK, USA: John Wiley and Sons, Inc. 2010. 6th edition), «Методические указания по организации и проведению НИР» (М., 2013 г.), «Методические рекомендации по определению эффективности научно-технической продукции (завершенных НИОКР) в АПК» (Лысенко Е.Г. и др., ГНУ ВНИИЭСХ, 2004), «Методические рекомендации по определению экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в агропромышленном комплексе» (Полунин Г.А., Гарист А.В., Князева Р.И., АНО «Ницпо», 2007), «Методы исследований в частной зоотехнии» (Забелина М.В., Саратов: СГАУ, 2014 г.), «Современные методы исследований» (Пахомов И.Я., Разумовский Н.П., Шаров М.А., Уссурийск: Приморская ГСХА, 2016 г.), «Биометрия в животноводстве» (Вишневец А.В., Соболева В.Ф., Видасова Т.В., Витебск: УО ВГАВМ, 2017 г.), «Основы научных исследований» (Скворцова Л.Н., Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2020 г.). Анализ биохимических, зоотехнических, морфологических, гистологических, органолептических, функционально-технологических показателей – в соответствии с общепринятой нормативно-технической документацией.

Обсуждение. Изучены механизмы и закономерности формирования нутриентного состава заготавливаемых кормов в процессе выращивания и консервирования (Ранделин А.В. и др., 2013; Осадченко И.М. и др., 2013), дано научное обоснование и разработаны инновационные эколого-адаптивные технологии производства экологически безопасной и рентабельной конкурентоспособной продукции животноводства в условиях повышенной техногенной нагрузки (Горлов И.Ф. и др., 2013а). Получены результаты исследований содержания экотоксикантов в пищевой цепи разных пород крупного рогатого скота молочного (черно-пестрой, красно-пестрой, красной степной), комбинированного (симментальской) и мясного (казахской белоголовой, абердин-ангусской, русской комолой, калмыцкой) направления продуктивности в системе «воздух – вода – корма – организм животного – продукция» (молоко, мясо и продукты переработки мясо-молочного сырья). Установлено, что использование разработанных технологий кормопроизводства (с использованием обогащенного микроэлементами гидропонного корма; природных минеральных ресурсов – бишофит, цеолиты, бентониты, опока (Горлов И.Ф. и др., 2017б; Gorlov IF et al., 2020a); вторичного сырья пищевых производств – молочная сыворотка, льняной, расторопшевый, тыквенный (Горлов И.Ф. и др. 2013б, 2017а), дынный, арбузный жмыхи, сушеные яблочные и томатные выжимки; отходов промышленных производств – сера, белый шлам; отдельно и в сочетании с аминокислотами, органическими кислотами и витаминами) способствует снижению концентрации в организме животных и получаемом сырье тяжелых металлов в 2,8-6,7 раз; повышению степени конверсии основных биогенных элементов – азота (19,8-42,7%), фосфора (17,6-39,4%), кальция (16,3-21,0%) (Горлов И.Ф. и др., 2014а); улучшению обмена веществ (Горлов И.Ф. и др., 2014б), увеличению уровня молочной продуктивности на 10-13%; повышению живой массы откармливаемых бычков на 14-16% (Gorlov IF et al., 2020b). Получены данные о влиянии пород крупного рогатого скота, находящихся в традиционных и промышленных условиях содержания, на качество и экологическую безопасность мясомолочного сырья. Так, установлено, что мясные породы по сравнению со своими сверстниками молочных и комбинированной пород аккумулируют тяжелые металлы в меньшей степени. При этом меньше всего экотоксикантов содержалось в мясе бычков калмыцкой породы. Сравнительная характеристика способности накапливать тяжелые металлы коровами молочных пород показала, что в наибольшей степени аккумулируют тяжелые металлы коровы красно-пестрой породы. Коровы симментальской породы занимают промежуточное положение. Вероятно, данный факт связан с различиями в метаболизме животных, обусловленными, в том числе, их адаптивными особенностями.

Изучено физиологическое действие различных витаминных и белково-витаминно-минеральных добавок на формирование продуктивных качеств животных и функционально-технологические свойства сырья. Так, в сравнительном аспекте изучена эффективность использования витаминно-минерального комплекса, включающего бета-каротин и селен в растворе растительных масел (парентеральный способ введения), и витаминно-минерального комплекса, включающего бета-каротин, витамин С, витамин Е и селен (пероральный способ введения). Выявлено положительное влияние на молочную продуктивность черно-пестрых коров (8-11%) и качественный состав молочного сырья: содержание жира возросло на 0,19 и 0,11%, белка – на 0,16 и 0,18%, СОМО – на 0,19 и 0,22% (таблица 1) (Ковзалов Н.И. и др., 2013; Мосолова Н.И. и др., 2013). Более высокие показатели продуктивности установлены в группе животных, получавших витаминно-минеральный комплекс в составе рациона, что, очевидно, связано с отсутствием стресс-фактора при парентеральном введении препарата.

Таблица 1. Молочная продуктивность и качественные показатели молока
(зимний стойловый период)

Table 1. Milk productivity and quality indicators of milk
(winter stall period)

Показатель <i>Parameter</i>	Группа <i>Group</i>			
	Парентеральное введение <i>Parenteral administration</i>		Пероральное введение <i>Oral administration</i>	
	контрольная <i>control</i>	опытная <i>experimental</i>	контрольная <i>control</i>	опытная <i>experimental</i>
Удой за период опыта, кг <i>Milk yield for the period of experience, kg</i>	2775,0±45,3	3069,8±59,0***	5479,7±71,2	5946,4±62,6***
Массовая доля жира, % <i>Mass fraction of fat, %</i>	3,40±0,01	3,59±0,02***	3,65±0,02	3,76±0,04**
Массовая доля белка, % <i>Mass fraction of protein, %</i>	2,78±0,09	2,94±0,08***	3,24±0,08	3,42±0,07***
Количество, кг: <i>Quantity, kg:</i>				
жира <i>fat</i>	94,4±5,6	110,2±2,9**	200,0±3,4	223,6±4,1***
белка <i>protein</i>	77,1±1,5	90,3±3,1**	177,5±2,2	203,4±6,4**
СОМО, % <i>Dry skimmed milk residue, %</i>	8,38±0,09	8,57±0,05**	8,59±0,08	8,81±0,07***

Примечание: *P≤0,05; **P≤0,01; ***P≤0,001 по сравнению с контролем
Note: *P≤0.05; **P≤0.01; ***P≤0.001 compared to control

За счет повышения уровня конверсии питательных веществ рациона в сырье улучшается нутриентный состав получаемого молока (рисунки 1-3).

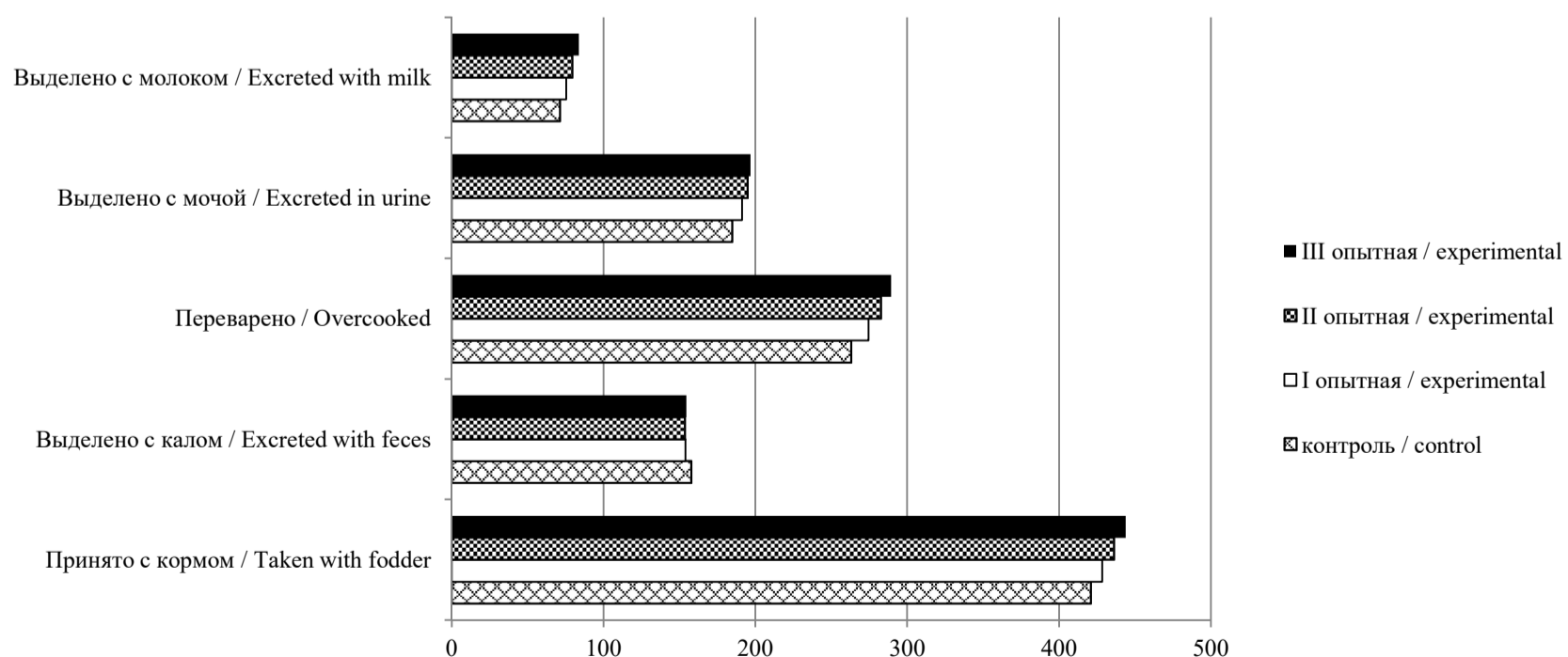


Рисунок 1. Баланс азота в организме подопытных животных, г
Figure 1. Nitrogen balance in the body of experimental animals, g

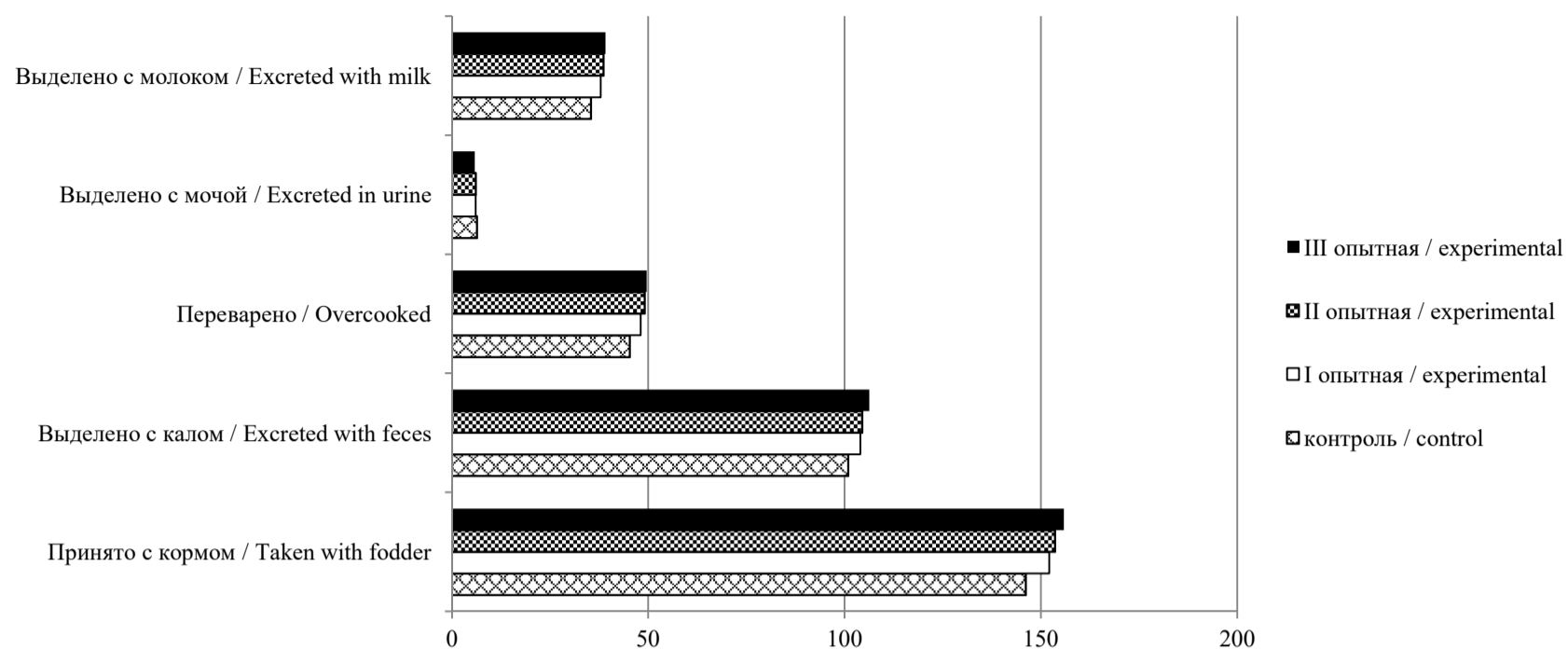


Рисунок 2. Баланс кальция в организме подопытных животных, г
Figure 2. Calcium balance in the body of experimental animals, g

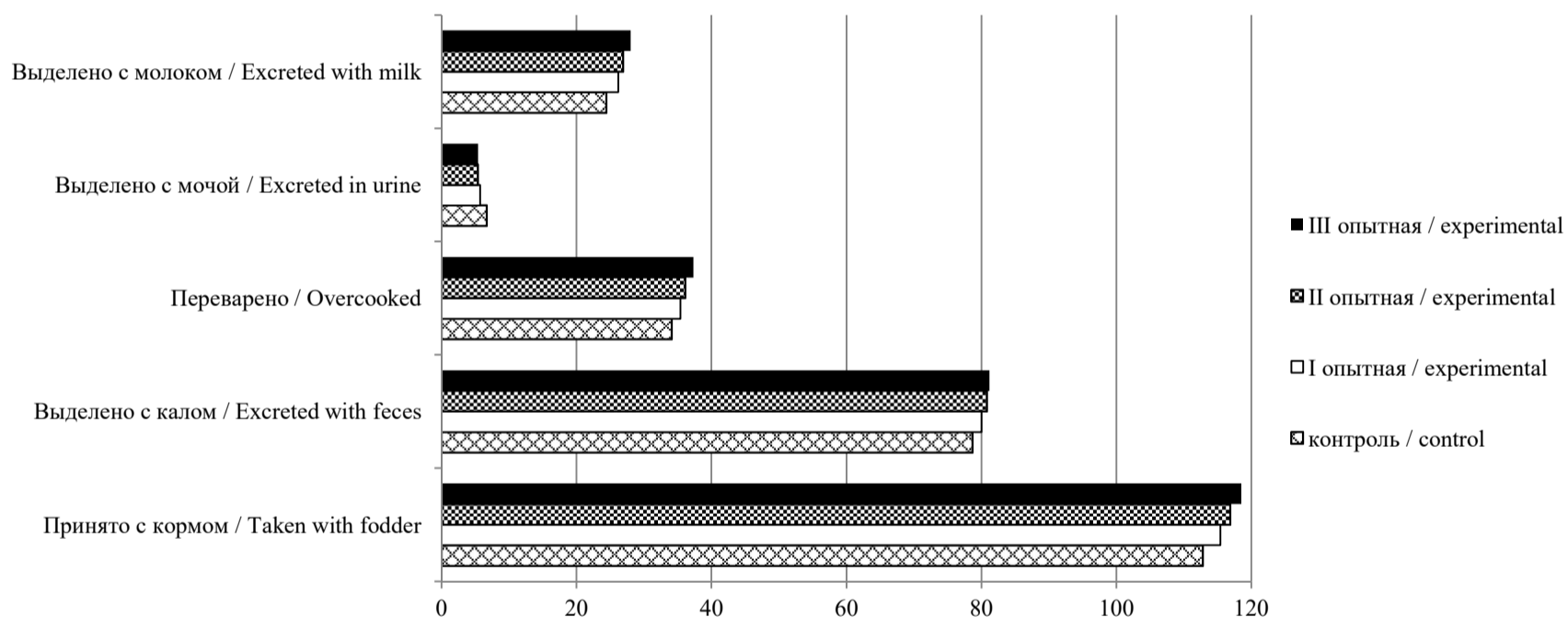


Рисунок 3. Баланс фосфора в организме подопытных животных, г
Figure 3. Phosphorus balance in the body of experimental animals, g

Так, с молоком животных опытных групп по сравнению с контролем больше было выделено азота на 5,75-17,53%; кальция – на 7,06-10,45%; фосфора – на 7,34-14,75%. Как следствие, повысилось и содержание в молоке кальция на 1,13-2,36%, фосфора – на 1,00-3,15%. За счет органической формы селена в добавке его содержание в молоке опытных групп по сравнению с контролем повысилось на 18,02-41,60% (Мосолова Н.И. и др., 2015).

Из молока коров опытных групп по сравнению с контролем в процессе сепарирования было получено больше сливок, молочного жира, масла, творога, что связано с более высоким содержанием жира и белка в сырье. При выработке сметаны и творога было установлено сокращение времени сквашивания в пользу опытных групп (Казарян Р.В. и др., 2014; Злобина Е.Ю. и Мосолова Н.И., 2015).

С целью профилактики микроэлементной недостаточности и обогащения продукции птицеводства биодоступными формами йода и селена апробированы в промышленных условиях белково-минеральные комплексы, включающие органические формы микроэлементов (Кузнецова Е.А. и др., 2013). В результате использования в кормлении комплекса, обогащенного йодом, количество данного микроэлемента в сырых яйцах достигло 54,2 мкг ($P \leq 0,001$). После термической обработки содержание йода в вареных яйцах снизилось на 24,5%, однако составило 40,9 мкг/яйцо. Содержание селена в сырых яйцах кур, получавших комплекс, обогащенный селеном, увеличилось по сравнению с контролем и составило 32,5 мкг/яйцо ($P \leq 0,001$). В результате термической обработки также произошло снижение содержания селена в вареных яйцах до 28,4 мкг/яйцо. По содержанию йода в грудной мышце отмечено превосходство птицы, получавшей кормовую добавку с органической формой йода, над контролем – 23,1 мкг/100 г ($P \leq 0,001$), при термической обработке (температура не ниже 100°C) концентрация йода снизилась с 38,5 до 21,1 мкг/100 г. Содержание селена до термической обработки в грудной мышце кур, получавших добавку с органической формой селена, превышало контроль на 32,3 мкг/100 г ($P \leq 0,001$), а после термической обработки – снизилось с 48,6 до 37,8 мкг/100 г.

Апробированы в условиях промышленного птицеводства лактулозосодержащие препараты на основе медовых экстрактов растительного сырья, обоснованы физиологические закономерности влияния изучаемых препаратов на интенсивность обменных процессов в организме птицы, доказано их положительное влияние на потребление, переваримость, конверсию питательных веществ и, как следствие, нутриентный состав пищевых яиц (Горлов И.Ф. и др., 2014в). Коэффициент переваримости органического вещества в опытных группах повысился по сравнению с контролем на 4,4 ($P \leq 0,001$) и 5,0% ($P \leq 0,001$); сырого протеина – на 3,3 ($P \leq 0,001$) и 3,6% ($P \leq 0,001$); сырого жира – на 2,4 ($P \leq 0,01$) и 2,8% ($P \leq 0,001$); сырой клетчатки – на 1,3 ($P \leq 0,01$) и 1,5% ($P \leq 0,01$) соответственно. Для определения баланса азота, кальция и фосфора было подсчитано количество питательных веществ, выделенных курами-несушками с яйцом (таблица 2).

Таблица 2. Количество питательных веществ, выделенных птицей с яйцом (44 недели)

Table 2. Amount of nutrients excreted by a bird with an egg (44 weeks)

Показатель <i>Parameter</i>	Группа <i>Group</i>		
	контрольная <i>control</i>	I опытная <i>I experimental</i>	II опытная <i>II experimental</i>
Выделено массы яйца без скорлупы, г <i>Weight of the egg without the shell is excreted, g</i>	54,99±1,170	57,04±1,070	57,56±0,84
Выделено протеина, г <i>Protein excreted, g</i>	6,74±0,140	7,48±0,140*	7,63±0,110**
в т.ч.: азота, г <i>including: nitrogen, g</i>	1,08±0,023	1,20±0,022*	1,22±0,018**
Выделено жира, г <i>Excreted fat, g</i>	5,88±0,130	6,55±0,120*	6,72±0,100**
Выделено скорлупы, г <i>Excreted shells, g</i>	5,90±0,130	6,07±0,110	6,02±0,090
Кальция, г <i>Calcium, g</i>	2,21±0,050	2,27±0,040	2,26±0,03
Фосфора, г <i>Phosphorus, g</i>	0,143±0,006	0,149±0,001	0,148±0,008

Разработаны новые подходы к повышению степени конверсии питательных веществ рационов в мясную продукцию при использовании в свиноводстве новых кормовых комплексов на основе пребиотиков и активаторов метаболизма (Комарова З.Б. и др., 2015). В результате исследований установлено, что переваримость сухого вещества достоверно превышала контроль на 2,41% ($P \leq 0,05$), II опытной группы – на 2,62% ($P \leq 0,01$); органического вещества – на 1,68 ($P \leq 0,05$) и 2,09% ($P \leq 0,05$); протеина – на 1,81 ($P \leq 0,05$) и 2,03% ($P \leq 0,05$); жира – на 1,62 ($P \leq 0,05$) и 2,20% ($P \leq 0,05$); клетчатки – на 1,74 ($P \leq 0,05$) и 2,14% ($P \leq 0,01$); БЭВ – на 1,39 и 1,92% соответственно (таблица 3). Съедобная часть тела животных опытных групп была больше контроля на 7,47% ($P \leq 0,01$) и 13,93% ($P \leq 0,001$). В тушах подсвинков I и II опытных групп было отложено больше белка на 13,08 ($P \leq 0,01$) и 25,25% ($P \leq 0,001$), жира – на 1,94 и 2,23%, энергии – на 3,98 ($P \leq 0,05$) и 6,50% ($P \leq 0,01$) по сравнению с контролем.

Таблица 3. Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов, %

Table 3. Coefficients of digestibility of nutrients in diets, %

Показатель <i>Parameter</i>	Группа <i>Group</i>		
	контрольная <i>control</i>	I опытная <i>I experimental</i>	II опытная <i>II experimental</i>
Сухое вещество <i>Dry matter</i>	76,47±0,41	78,88±0,42*	79,09±0,29**
Органическое вещество <i>Organic matter</i>	79,5±0,38	81,18±0,46*	81,59±0,44*
Протеин <i>Protein</i>	71,75±0,41	73,56±0,43*	73,78±0,45*
Жир <i>Fat</i>	53,91±0,38	55,53±0,41*	56,11±0,39*
Клетчатка <i>Fiber</i>	33,0±0,33	34,74±0,27*	35,14±0,22**
БЭВ <i>Nitrogen-free extractive substances</i>	87,28±0,59	88,67±0,63	89,2±0,63

Изучены показатели обмена веществ и морфофункциональное состояние печени (рисунок 4) у лабораторных животных (крыс) при употреблении ими в пищу мяса и жира свиней, выращенных с применением в рационах кормления традиционных антибиотиков и без них (Belik SN et al., 2015).

Установлено, что употребление крысами мяса, полученного от свиней, выращенных с использованием кормовых антибиотиков, приводит к повышению функциональной активности печени главным образом за счет активации белкового метаболизма, а применение свиного сала в рационе крыс вызывает усиление детоксикационной функции печени, что приводит к повышению активности трансаминаз в крови и ткани органа, изменению липидного обмена и появлению модифицированных жиром гепатоцитов.

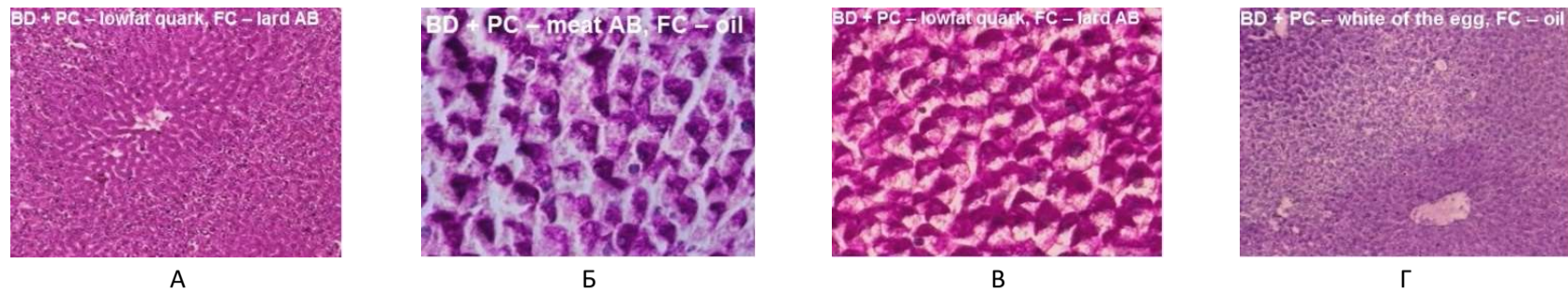


Рисунок 4. Гепатоциты периферической зоны печеночной дольки с признаками микровезикулярной жировой трансформации у крыс 3-й группы, окр. гематоксилином-эозином, ув. x 100 (а); высокое содержание гликогена в гепатоцитах крыс 1-й группы, ШИК-реакция, ув. x 400 (б) и 3-й группы (с); преобладание включений гликогена в периферических отделах печёночных долек 5-я группа (контроль), ШИК-реакция, ув. x 400 (д)

Figure 4. Hepatocytes in the peripheral zone of the hepatic lobule with signs of microvesicular fatty transformation in rats of the 3rd group, stained with hematoxylin-eosin, increase x 100 (a); high glycogen content in hepatocytes of rats of the 1st group, CHIC-reaction, increase x 400 (b) and 3rd group (c); the predominance of glycogen inclusions in the pericentral sections of the hepatic lobules 5th group (control), CHIC-reaction, increase x 400 (d)

Изучена возможность использования нетрадиционных региональных биологических ресурсов в рецептурах кормов, а также инновационных технологий обработки в кормопроизводстве. Так, дано научное обоснование, подтвержденное в условиях животноводческого предприятия, целесообразности использования в кормлении бычков экструдированной кормовой добавки из саранчи (Gorlov IF et al., 2020). Бычки опытной группы потребили больше сухого вещества на 12,97% ($P \leq 0,001$), сырого жира – на 12,61% ($P \leq 0,05$), сырого протеина – на 13,42% ($P \leq 0,01$) и сырой клетчатки на 13,00% ($P \leq 0,01$) по сравнению с контролем. Живая масса бычков опытной группы в 15 месяцев была больше данного показателя в контрольной на 6,8 кг ($P \leq 0,01$); среднесуточный прирост – выше на 10,94% ($P \leq 0,01$); превосходство опытной группы зафиксировано и по основным промерам, а также гематологическим показателям: эритроцитов было больше на 12,6%, ($P \leq 0,001$), гемоглобина – на 3,8% ($P \leq 0,01$) и общего белка – на 3,3% ($P \leq 0,01$). У бычков опытной группы была больше предубойная масса – на 5,8 кг ($P \leq 0,05$), масса парной туши – на 5,6 кг ($P \leq 0,05$), масса внутреннего жира – на 0,5 кг ($P \leq 0,05$). Морфологический состав туш приведен на рисунке 5.

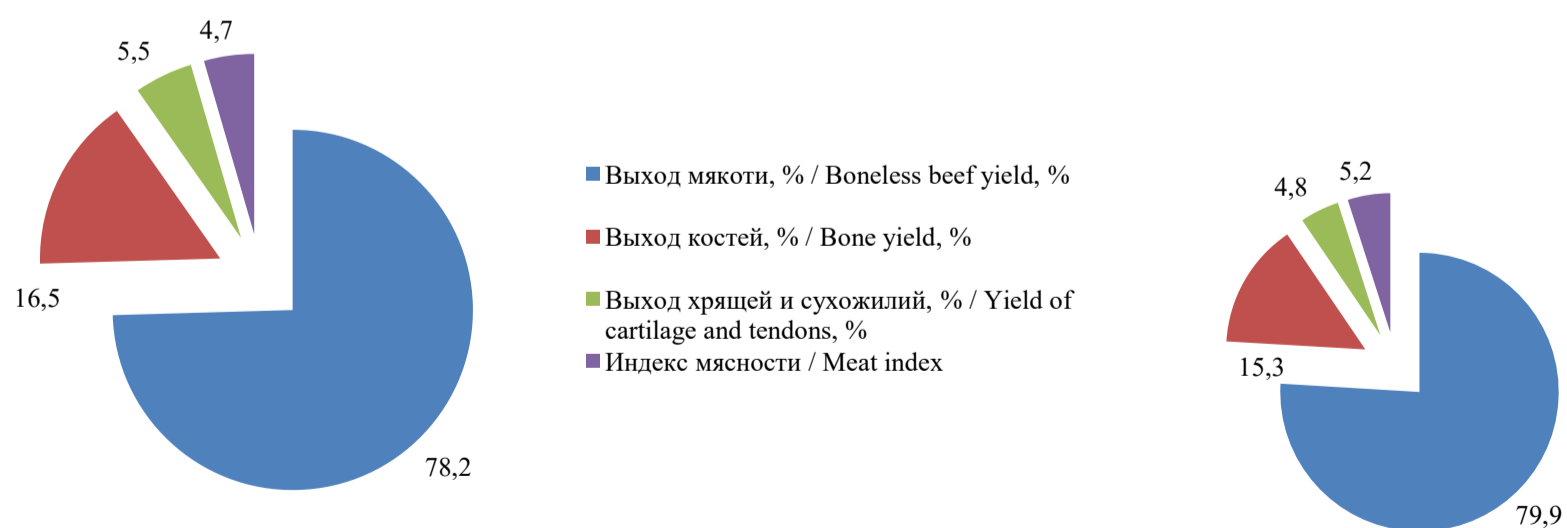


Рисунок 5. Морфологический состав туш подопытных бычков в возрасте 15 мес., n=15

Figure 5. Morphological composition of carcasses of experimental bulls at the age of 15 months, n=15

Включение в рацион данной разработки позволило снизить затраты на корм и способствовало увеличению уровня рентабельности производства говядины на 9,5%.

Заключение. В результате выполненных исследований разработаны высокоэффективные подходы к реализации генетического потенциала региональных породных ресурсов за счет повышения уровня конверсии питательных веществ кормов и рационов, что соответствует целям и задачам подпрограммы «Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, в которой заявлен государственный уровень значимости исследований и разработок по увеличению объемов производства высококачественных кормов (в том числе концентрированных и объемистых), белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов для животных.

Благодарность: Работа выполнена по гранту РФФИ 22-16-00041.

Acknowledgment: The work was carried out under a grant from the RSF 22-16-00041.

Список источников

1. Горлов И.Ф., Мосолова Н.И., Злобина Е.Ю. Методы повышения экологической безопасности продукции животноводства // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 54-56.
2. Горлов И.Ф., Злобина Е.Ю., Кузнецова Е.А., Карпенко Е.В. Влияние фактора кормления на конверсию биохимических элементов при выращивании бычков // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014а. № 3. С. 63-65.
3. Горлов И.Ф., Нелепов Ю.Н., Карпенко Е.В., Злобина Е.Ю. Гематологические показатели бычков казахской белоголовой породы при скармливании новых кормовых добавок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014б. № 4 (36). С. 117-121.
4. Горлов И.Ф., Комарова З.Б., Злобина Е.Ю., Карпенко Е.В. Новые способы оптимизации нутриентного состава пищевых яиц // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014в. № 4 (36). С. 121-125.
5. Горлов И.Ф., Злобина Е.Ю., Мосолова Н.И., Воронцова Е.С. Влияние новой кормовой добавки «Коремикс» на молочную продуктивность коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017а. № 1 (45). С. 119-126.
6. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Николаев Д.В., Злобина Е.Ю., Сердюкова Я.П. Эффективность повышения молочной продуктивности коров за счет применения инновационных кормовых средств // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017б. № 6 (152). С. 107-114.
7. Жиенбаева С.Т., Ермуканова А.М., Мынбаева А.Б. Использование природных минералов в кормлении сельскохозяйственной птицы // Механика и технологии. 2020. № 4 (70). С. 89-94.
8. Захарова Л.Л., Жоров Г.А., Дорожкин В.И. Критерии отбора препаратов при разработке сорбционно-детоксицирующих комплексов для сельскохозяйственных живот-

- ных // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2018. № 2 (26). С. 94-100. <https://doi.org/10.25725/vet.san.hyг.ecol.201802017>.
9. Злобина Е.Ю., Мосолова Н.И. Повышение биологической ценности творога за счет использования в рационах лактирующих коров новой кормовой добавки «Карглим-сел» // Орошаемое земледелие. 2015. № 1. С. 19-20.
 10. Влияние полифункциональной кормовой добавки на технологические и функциональные свойства молока и качество молочной продукции / Р.В. Казарян, И.М. Тугуз, А.А. Гордиевская, Д.Г. Касьянов, Е.Ю. Злобина, Н.И. Мосолова // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 8. С. 27-30.
 11. Ким И.Н., Комин А.Э. К вопросу о состоянии органического сельского хозяйства в Российской Федерации // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2022. № 6. С. 55-136. <https://doi.org/10.36535/0235-5019-2022-06-3>.
 12. Ковзалов Н.И., Злобина Е.Ю., Мосолова Н.И., Короткова А.А. Эффективность использования новой кормовой добавки «Тетра+» // Аграрный вестник Урала. 2013. № 8 (114). С. 17-19.
 13. Комарова З.Б., Злобина Е.Ю., Стародубова Ю.В. Баланс азота и трансформация протеина рационов в мясную продукцию // Свиноводство. 2015. № 1. С. 51-53.
 14. Кузнецова Е.А., Комарова З.Б., Злобина Е.Ю., Косинов С.П. Производство продуктов птицеводства, обогащенных органической формой йода и селена // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 4 (32). С. 140-144.
 15. Мосолова Н.И., Злобина Е.Ю., Короткова А.А., Бочков А.А. Использование новых препаратов и кормовых добавок на основе бета-каротина – инновационный подход к интенсификации производства молока // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 4 (32). С. 152-156.
 16. Минеральный обмен у лактирующих коров и нутриентный состав молочного сырья при использовании в кормлении новой добавки «Тетра+» / Н.И. Мосолова, Е.Ю. Злобина, А.Н. Сивко, А.А. Бочков, А.А. Гордиевская // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 2. С. 69-71.
 17. Ранделин А.В., Злобина Е.Ю., Мосолова Н.И., Парамонов В.А. Влияние видовой и сортовой принадлежности семян на процесс биоконверсии йода // Аграрный вестник Урала. 2013. № 9 (115). С. 12-14.
 18. Растопшина Л.В. Качество пищевых яиц при введении йода в организм кур-несушек // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 9 (203). С. 65-70. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-203-09-65-70>.
 19. Рыжкова С.М., Кручинина В.М., Гасанова Х.Н., Ланкин А.С. Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы развития // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2018. № 6 (39). С. 27-39. <https://doi.org/10.33938/186-27>.
 20. Осадченко И.М., Злобина Е.Ю., Мосолова Н.И. Консервирование зеленых кормов с помощью минерального концентрата – отхода электродиализной обработки молочной сыворотки // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 1 (29). С. 111-115.
 21. Шастак Е. Улучшает ли β-каротин здоровье молочных коров? // Эффективное животноводство. 2022. № 1 (176). С. 17-20.

22. Behroozlak M, Daneshyar M, Farhomand P. The effects of dietary iodine and its consumption duration on performance, carcass characteristics, meat iodine, thyroid hormones and some blood indices in broiler chickens // *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2020. Vol. 104, no. 3. P. 876-885. <https://doi.org/10.1111/jpn.13321>.
23. Belik SN, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Zlobina EY and Pavlenko AS. Morpho-functional state of the liver of the rats fed the rations with meat of the pigs grown with antimicrobials // *Pak Vet J*. 2015. Vol. 35, no. 3. P. 325-328.
24. Bello A, Kwakernaak C, Dersjant-Li Y. Effects of limestone solubility on the efficacy of a novel consensus bacterial 6-phytase variant to improve mineral digestibility, retention, and bone ash in young broilers fed low-calcium diets containing no added inorganic phosphate // *J Anim Sci*. 2022. Vol. 100, no. 12. Skac337. <https://doi.org/10.1093/jas/skac337>.
25. Briukhanov AYu, Huhta H, Shalavina EV, Vorobyeva EA, Vasileva NS. The ecological status of livestock and poultry in the border regions of Russia and South-East Finland // *Agricultural Machinery and Technologies*. 2020. T. 14, № 1. C. 4-9. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2020-14-1-4-9>.
26. da Silva Oliveira V, Barbosa AM, de Andrade EA, Virginio Júnior GF, Nascimento TVC, Lima AGVO, Portela RWD, da Silva Júnior JM, Pereira ES, Bezerra LR, Oliveira RL. Sunflower Cake from the Biodiesel Industry in the Diet Improves the Performance and Carcass Traits of Nellore Young Bulls // *Animals*. 2022. Vol. 23, no. 12. P. 3243. <https://doi.org/10.3390/ani12233243>.
27. Ghazzal M, Hussain MI, Khan ZI, Ahmad K, Munir M, Paray BA, Al-Sadoon MK. *Bubalus bubalis* Blood as Biological Tool to Track Impacts from Cobalt: Bioaccumulation and Health Risks Perspectives from a Water-Soil-Forage-Livestock Ecosystem // *Biol Trace Elem Res*. 2023. Vol. 201, no. 2. P. 706-719. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03206-6>.
28. Giro TM, Kozlov SV, Gorlov IF, Kulikovskii AV, Giro AV, Slozhenkina MI, Nikolaev DV, Seidavi A, Mosolov AA. Biomedical evaluation of antioxidant properties of lamb meat enriched with iodine and selenium // *Open Life Sci*. 2022. Vol. 17, no. 1. P. 180-188. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0020>.
29. Gorlov IF, Fedotova GV, Slozhenkina MI, Anisimova EY, Kaydulina AA, Grishin VS, Knyazhechenko OA, Mosolova DA. Influence of maintenance technology in arid conditions on efficiency of marbled beef production // *Potravinarstvo*. 2020a. Vol. 14, no. 1. P. 612-618. <https://doi.org/10.5219/1391>.
30. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolova NI, Grishin VS, Mosolov AA, Bondarkova EYu, Anisimova EYu, Starodubova YuV, Brekhova SA and Andreev-Chadaev PS. *Locusta migratoria* extruded meal in young steers diet: evaluation of growth performance, blood indices and meat traits of Calves Kasakh white-headed breed // *Journal of Applied Animal Research*. 2020b. Vol. 48, no. 1. P. 348-356. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1802282>.
31. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolova NI, Zlobina EY, Randelin AV, Bondarkova EY, Sherstyuk BA and Belyaev AI. New synbiotic-mineral complex in lactating cows' diets to improve their productivity and milk composition // *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2020c. Vol. 10, no. 1. P. 31-43.
32. Riley WW, Nickerson JG, Mogg TJ, Burton GW. Oxidized β -Carotene Is a Novel Phytochemical Immune Modulator That Supports Animal Health and Performance for Antibiotic-Free Production // *Animals (Basel)*. 2023. Vol. 13, no. 2. P. 289. <https://doi.org/10.3390/ani13020289>.

33. Wang K, Yang A, Peng X, Lv F, Wang Y, Cui Y, Wang Y, Zhou J, Si H. Linkages of Various Calcium Sources on Immune Performance, Diarrhea Rate, Intestinal Barrier, and Post-gut Microbial Structure and Function in Piglets // *Front Nutr.* 2022. Iss. 9. Article number: 921773. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.921773>.
34. Yaqoob Mu, Yousaf M, Imran S, Hassan S, Iqbal W, Zahid MU, Ahmad N, Wang M. Effect of partially replacing soybean meal with sunflower meal with supplementation of multienzymes on growth performance, carcass characteristics, meat quality, ileal digestibility, digestive enzyme activity and caecal microbiota in broilers // *Anim Biosci.* 2022. Vol. 35, no. 10. P. 1575-1584. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0553>.

References

1. Gorlov IF, Mosolova NI, Zlobina EYu. Methods for increasing the ecological security of produces in animal husbandry. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk = Vestnik of the Russian agricultural science.* 2013;(1):54-56. (In Russ.).
2. Gorlov IF, Zlobina EYu, Kuznetsova EA, Karpenko EV. Influence of feeding factor on conversion of biochemical elements while growing bulls. *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk = Vestnik of the Russian agricultural science.* 2014a;(3):63-65. (In Russ.).
3. Gorlov IF, Nelepov YuN, Karpenko EV, Zlobina EYu. Hematological parameters of bulls of the Kazakh White-headed breed when feeding new feed additives. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2014b;36(4):117-121. (In Russ.).
4. Gorlov IF, Komarova ZB, Zlobina EYu, Karpenko EV. New ways to optimize the nutrient composition of food eggs. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2014v;36(4):121-125. (In Russ.).
5. Gorlov IF, Zlobina EYu, Mosolova NI, Vorontsova ES. The effect of the new feed additive "Koremix" on the milk productivity of cows. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2017a;45(1):119-126. (In Russ.).
6. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Nikolaev DV, Zlobina EYu, Serdyukova YaP. Efficiency of increasing cow milk production by using innovative feed supplements. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University.* 2017b;152(6):107-114. (In Russ.).
7. Zhiembraeva ST, Ermukanova AM, Mynbaeva AB. Use of natural minerals for poultry feeding. *Mekhanika i tekhnologii = Mechanics and Technologies.* 2020;70(4):89-94. (In Russ.).
8. Zaharova LL, Zhorov GA, Dorozhkin VI. Criteria for selection of preparations in the development of sorption-detoxifying complexes for agricultural animals. *Rossijskij zhurnal Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii = The Russian journal "Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology".* 2018;26(2):94-100. (In Russ.). <https://doi.org/10.25725/vet.san.hyg.ecol.201802017>.
9. Zlobina EYu, Mosolova N.I. Increasing the biological value of cottage cheese through the use of a new feed additive "Karglimsel" in the diets of lactating cows. *Oroshaemoe zemledelie = Irrigated Agricultural.* 2015;(1):19-20. (In Russ.).

10. Influence of multifunctional feed additive on technological and functional properties of milk and dairy products quality / RV Kazaryan, IM Tuguz, AA Gordievskaya, DG Kas'yanov, EYu Zlobina, NI Mosolova. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya = Storage and Processing of Farm Products*. 2014;(8):27-30. (In Russ.).
11. Kim IN, Komin AE. To the question of the state of organic agriculture in the Russian Federation. *Problemy okruzhayushchej sredy i prirodnih resursov = Problems of the environment and natural resources*. 2022;(6):55-136. <https://doi.org/10.36535/0235-5019-2022-06-3>.
12. Kovzalov NI, Zlobina EYu, Mosolova NI, Korotkova AA. The efficiency of using of the new feed additive "Tetra+" in the diets of lactating cows. *Agrarnyj vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2013;114(8):17-19. (In Russ.).
13. Komarova ZB, Zlobina EYu, Starodubova YuV. Nitrogen balance and transformation of dietary protein into meat products. *Svinovodstvo = Pig breeding*. 2015;(1):51-53. (In Russ.).
14. Kuznetsova EA, Komarova ZB, Zlobina EYu, Kosinov SP. Production of poultry products enriched with the organic form of iodine and selenium. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2013;32(4):140-144. (In Russ.).
15. Mosolova NI, Zlobina EYu, Korotkova AA, Bochkov AA. The use of new preparations and feed additives based on beta-carotene is an innovative approach to intensifying milk production. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2013;32(4):152-156. (In Russ.).
16. Mineral exchange of lactating cows and nutrient composition of dairy raw stuff at using the new additive "Tetra+" in feeding / NI Mosolova, EYu Zlobina, AN Sivko, AA Bochkov, AA Gordievskaya. *Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*. 2015;(2):69-71. (In Russ.).
17. Randelin AV, Zlobina EYu, Mosolova NI, Paramonov VA. The impact of species and varietal facilities of seed on the process of bioconversion of iodine. *Agrarnyj vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2013;115(9):12-14. (In Russ.).
18. Rastopshina LV. Edible egg quality when iodine is introduced into laying hen body. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2021;203(9):65-70. (In Russ.). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-203-09-65-70>.
19. Ryzhkova SM, Kruchinina VM, Gasanova HN, Lankin AS. Organic agriculture: challenges and prospects. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom hozyajstve = Economy, labor, management in agriculture*. 2018;39(6):27-39. (In Russ.). <https://doi.org/10.33938/186-27>.
20. Osadchenko IM, Zlobina EYu, Mosolova NI. Conservation of green fodder with the help of mineral concentrate – a waste product of electro dialysis treatment of whey. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp*. 2013;29(1):111-115. (In Russ.).
21. Shastak E. Does β -carotene improve the health of dairy cows? *Effektivnoe zhivotnovodstvo = Efficient animal husbandry*. 2022;176(1):17-20. (In Russ.).
22. Behroozlak M, Daneshyar M, Farhomand P. The effects of dietary iodine and its consumption duration on performance, carcass characteristics, meat iodine, thyroid hormones and

- some blood indices in broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2020;104(3):876-885. <https://doi.org/10.1111/jpn.13321>.
23. Belik SN, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Zlobina EY and Pavlenko AS. Morpho-functional state of the liver of the rats fed the rations with meat of the pigs grown with antimicrobials. *Pak Vet J*. 2015;35(3):325-328.
24. Bello A, Kwakernaak C, Dersjant-Li Y. Effects of limestone solubility on the efficacy of a novel consensus bacterial 6-phytase variant to improve mineral digestibility, retention, and bone ash in young broilers fed low-calcium diets containing no added inorganic phosphate. *J Anim Sci*. 2022;100(12):skac337. <https://doi.org/10.1093/jas/skac337>.
25. Briukhanov AYu, Huhta H, Shalavina EV, Vorobyeva EA, Vasileva NS. The ecological status of livestock and poultry in the border regions of Russia and South-East Finland. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2020;14(1):4-9. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2020-14-1-4-9>.
26. da Silva Oliveira V, Barbosa AM, de Andrade EA, Virginio Júnior GF, Nascimento TVC, Lima AGVO, Portela RWD, da Silva Júnior JM, Pereira ES, Bezerra LR, Oliveira RL. Sunflower Cake from the Biodiesel Industry in the Diet Improves the Performance and Carcass Traits of Nellore Young Bulls. *Animals*. 2022;23(12):3243. <https://doi.org/10.3390/ani12233243>.
27. Ghazzal M, Hussain MI, Khan ZI, Ahmad K, Munir M, Paray BA, Al-Sadoon MK. Bubalus bubalis Blood as Biological Tool to Track Impacts from Cobalt: Bioaccumulation and Health Risks Perspectives from a Water-Soil-Forage-Livestock Ecosystem. *Biol Trace Elem Res*. 2023;201(2):706-719. <https://doi.org/10.1007/s12011-022-03206-6>.
28. Giro TM, Kozlov SV, Gorlov IF, Kulikovskii AV, Giro AV, Slozhenkina MI, Nikolaev DV, Seidavi A, Mosolov AA. Biomedical evaluation of antioxidant properties of lamb meat enriched with iodine and selenium. *Open Life Sci*. 2022;17(1):180-188. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0020>.
29. Gorlov IF, Fedotova GV, Slozhenkina MI, Anisimova EY, Kaydulina AA, Grishin VS, Knyazhechenko OA, Mosolova DA. Influence of maintenance technology in arid conditions on efficiency of marbled beef production. *Potravinarstvo*. 2020a;14(1):612-618. <https://doi.org/10.5219/1391>.
30. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolova NI, Grishin VS, Mosolov AA, Bondarkova EYu, Anisimova EYu, Starodubova YuV, Brekhova SA and Andreev-Chadaev PS. Locusta migratoria extruded meal in young steers diet: evaluation of growth performance, blood indices and meat traits of Calves Kasakh white-headed breed. *Journal of Applied Animal Research*. 2020b;48(1):348-356. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1802282>.
31. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolova NI, Zlobina EY, Randelin AV, Bondarkova EY, Sherstyuk BA and Belyaev AI. New synbiotic-mineral complex in lactating cows' diets to improve their productivity and milk composition. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2020c;10(1):31-43.
32. Riley WW, Nickerson JG, Mogg TJ, Burton GW. Oxidized β -Carotene Is a Novel Phytochemical Immune Modulator That Supports Animal Health and Performance for Antibiotic-Free Production. *Animals (Basel)*. 2023;13(2):289. <https://doi.org/10.3390/ani13020289>.
33. Wang K, Yang A, Peng X, Lv F, Wang Y, Cui Y, Wang Y, Zhou J, Si H. Linkages of Various Calcium Sources on Immune Performance, Diarrhea Rate, Intestinal Barrier, and Postgut Microbial Structure and Function in Piglets. *Front Nutr*. 2022;(9):921773. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.921773>.

34. Yaqoob Mu, Yousaf M, Imran S, Hassan S, Iqbal W, Zahid MU, Ahmad N, Wang M. Effect of partially replacing soybean meal with sunflower meal with supplementation of multienzymes on growth performance, carcass characteristics, meat quality, ileal digestibility, digestive enzyme activity and caecal microbiota in broilers. *Anim Biosci.* 2022;35(10):1575-1584. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0553>.

Вклад авторов: Елена Ю. Анисимова и Екатерина В. Карпенко представили научно-практическое обоснование положительного влияния разработанных новых кормовых добавок на метаболизм сельскохозяйственных животных и птицы; Кермен Е. Бадмаева и Виктория С. Убушиева отвечали за литературный обзор.

Contribution of the authors: Elena Yu. Anisimova and Ekaterina V. Karpenko presented a scientific and practical justification for the positive impact of the developed new feed additives on the metabolism of farm animals and poultry; Kermen E. Badmaeva and Viktoria S. Ubushieva were responsible for the literary review.

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что никакого конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи не существует.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Карпенко Екатерина Владимировна – заведующая комплексной аналитической лабораторией, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: ekatkarpenko@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-6431>;

Бадмаева Кермен Евгеньевна – соискатель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: kema.badmaeva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4065-6720>;

Убушиева Виктория Саналовна – соискатель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0320-7771>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Ekaterina V. Karpenko – Head of the Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: ekatkarpenko@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-6431>;

Kermen E. Badmaeva – Applicant, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: kema.badmaeva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4065-6720>;

Viktoria S. Ubushieva – Applicant, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0320-7771>.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 28.11.2022;
одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 22.12.2022;
принята к публикации / accepted for publication: 23.12.2022