

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

Научно-практический журнал

№ 4 (24), 2023

Волгоград

Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции
2023

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Research & Practice Journal

Issue 4 (24), 2023

Volgograd

Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production
2023

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»
(ГНУ НИИММП)

ISSN 2618-7353
DOI: 10.31208/2618-7353

№ 4 (24), 2023

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Реестровая запись о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-83113
от 11 апреля 2022 г.

Подписной индекс в каталоге «Урал-Пресс»: **ВН018570**

THE MAGAZINE FOUNDER:

Volga region research institute of manufacture and processing of meat-and-milk production
(VRIMMP)

ISSN 2618-7353
DOI: 10.31208/2618-7353

Issue 4 (24), 2023

The Journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communication, Information Technologies and Mass Media. The Mass Media Register entry
PI No FS77-83113
dated April 11, 2022

Subscription Index in the Catalogue "Ural-Press": **ВН018570**

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 4 (24), 2023

Публикуются результаты фундаментальных и прикладных исследований теоретико-методологических и практических проблем в различных областях науки и практики (прежде всего в сфере АПК), предлагаются пути их решения.

Журнал включен в библиографическую базу данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и Google Scholar. Электронная версия журнала размещена на сайтах: <http://api-niimmp.ru/> и <http://volniti.ucoz.ru/>

Официальный партнер международной организации DOI Foundation (IDF) и международного регистрационного агентства CrossRef.

Главный редактор – Горлов И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, председатель редакционного совета, главный научный сотрудник ГНУ НИИММП, заведующий кафедрой ТПП ФГБОУ ВО ВолгГТУ.

Заместитель главного редактора – Сложенкина М.И., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ГНУ НИИММП.

Ответственный редактор – Суркова С.А., старший научный сотрудник ГНУ НИИММП.

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Issue 4 (24), 2023

Results of fundamental and applied researches of conceptual, methodological and experimental issues in different spheres of science and practice (preferably in sphere of Agro-Industrial Complex), ways of solution are published in the journal.

The journal is included in the bibliographic database of scientific publications Russian Science Citation Index (RINTS) and Google Scholar. Electronic version of the journal is placed on the Internet sites at this address: <http://api-niimmp.ru/> and <http://volniti.ucoz.ru/>.

Official partner of the International Organization DOI Foundation (IDF) and the International Registration Agency CrossRef.

Editor-in-Chief – Gorlov I.F., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP), Head of Department FPT VSTU.

Deputy Editor-in-Chief – Slozhenkina M.I., Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS, Director of Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP).

Executive editor – Surkova S.A., Senior Researcher of Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP).

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

За содержание статьи, достоверность приведённых данных и цитат ответственность несёт автор (авторы)

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Главный редактор – Горлов И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, председатель редакционного совета, главный научный сотрудник ГНУ НИИММП
https://ru.wikipedia.org/wiki/Горлов,_Иван_Фёдорович

Заместитель главного редактора – Сложенкина М.И., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ГНУ НИИММП
http://www.volniti.ucoz.ru/index/direktor_instituta/0-73

Панфилов В.А., доктор технических наук, профессор, академик РАН, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
<https://www.timacad.ru/phone/contact/869>

Юлдашбаев Ю.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
<https://www.timacad.ru/phone/contact/1632>

Титов Е.И., доктор технических наук, профессор, академик РАН, Московский государственный университет пищевых производств
https://ru.wikipedia.org/wiki/Титов,_Евгений_Иванович

Гущин В.В., доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, Всероссийский НИИ птицеперерабатывающей промышленности
<https://vniipp.ru/institut/sotrudniki/gushhin-viktor-vladimirovich/>

Алиреза Сеидави, доктор, Иранский университет в Раште (провинция Гилан, Иран)
<http://ijas.iaurasht.ac.ir>

Салаев Б.К., доктор биологических наук, доцент, Калмыцкий ГУ
<https://kalmgu.ru/staff/salaev-badma-katinovich/>

Селионова М.И., доктор биологических наук, профессор, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
<https://www.timacad.ru/phone/contact/1735>

Радчиков В.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (Беларусь)
<http://belniig.by/ru/laboratories>

Узаков Я.М., доктор технических наук, профессор, Алматинский технологический университет (Казахстан)
<https://atu.edu.kz/fft/ru/main/teachers/food>

Петрович М., доктор, Балканский научный центр РАЕН (Белград, Сербия)
https://www.raen-bnc.info/odeljenja_ru.php?grupa=биотехнология_и_технология&id=34&pagenumber=#popup1

**INTERNATIONAL
EDITORIAL BOARD**

Editor-in-Chief – Gorlov I.F., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of VRIMMP

Deputy Editor-in-Chief – Slozhenkina M.I., Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS, Director of VRIMMP

Panfilov V.A., Dr. Sci. (Technology), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Yuldashbayev Y.A., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Titov E.I., Dr. Sci. (Technology), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State University of Food Production

Goushchin V.V., Dr. Sci. (Agriculture), Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Poultry Processing Industry

Alireza Seidavi, Dr. Sci., Islamic Azad University, Rasht Branch (Rasht, Iran)

Salaev B.K., Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Kalmyk State University

Selionova M.I., Dr. Sci. (Biology), Professor, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Radchikov V.F., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Scientific-Practical Center of Belarus National Academy of Sciences on Animal Breeding (Belarus)

Uzakov Y.M., Dr. Sci. (Technology), Professor, Almaty Technological University (Kazakhstan)

Petrovich Milan, Dr. Sci., Balkan Centre of the Russian Academy of Natural Sciences (Belgrade, Serbia)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Мирошников С.А., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Оренбургский ГУ

Федоров Ю.Н., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Всероссийский НИТИ биологической промышленности

Храмова В.Н., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГТУ

Дускаев Г.К., доктор биологических наук, профессор РАН, ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН

Мосолова Н.И., доктор биологических наук, ГНУ НИИММП

Комарова З.Б., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ГНУ НИИММП

Кайшев В.Г., доктор экономических наук, профессор, академик РАН, Ставропольский ГАУ

Антипова Т.А., доктор биологических наук, НИИ детского питания

Чамурлиев Н.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Варакин А.Т., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Тихонов С.Л., доктор технических наук, профессор, Уральский ГЭУ

Сычева О.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ставропольский ГАУ

Шахбазова О.П., доктор биологических наук, доцент, Донской ГАУ

Натыров А.К., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Калмыцкий ГУ

Гиро Т.М., доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Скворцова Л.Н., доктор биологических наук, доцент, Кубанский ГАУ

EDITORIAL BOARD

Miroshnikov S.A., Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, Orenburg State University

Fedorov Yu.N., Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research and Technological Institute of Biological industry

Hramova V.N., Dr. Sci. (Biology), Professor, Volgograd State Technical University

Duskaev G.K., Dr. Sci. (Biology), Professor of RAS, FRC of Biological Systems and Agrotechnologies of RAS

Mosolova N.I., Dr. Sci. (Biology), VRIMMP

Komarova Z.B., Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, VRIMMP

Kaishev V.G., Dr. Sci. (Economy), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

Antipova T.A., Dr. Sci. (Biology), Research Institute of Baby Nutrition

Chamurliiev N.G., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Volgograd State Agrarian University

Varakin A.T., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Volgograd State Agrarian University

Tikhonov S.L., Dr. Sci. (Technology), Professor, Ural State Economic University

Sycheva O.V., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Stavropol State Agrarian University

Shakhbazova O.P., Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Don State Agrarian University

Natyrov A.K., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Kalmyk State University

Giro T.M., Dr. Sci. (Technology), Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Skvortsova L.N., Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Kuban State Agrarian University

СОДЕРЖАНИЕ /
CONTENT

**ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ /
INNOVATIVE DEVELOPMENTS**

- 9** Горлов И.Ф., Федоров Ю.Н., Анисимова Е.Ю., Бадмаева К.Е., Сложенкина А.А., Мосолова Д.А., Убушиева В.С. / *Gorlov I.F., Fedorov Y.N., Anisimova E.Y., Badmaeva K.E., Slozhenkina A.A., Mosolova D.A., Ubushieva V.S.* Основные ориентиры и приоритеты развития отрасли животноводства на юге России / *The main guidelines and priorities for the development of the livestock industry in the south of Russia*

**ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ /
MANUFACTURE OF LIVESTOCK PRODUCTION**

- 20** Квашнина М.А., Пономарев В.В., Карпенко Е.В., Черников Е.В. / *Kvashnina M.A., Ponomarev V.V., Karpenko E.V., Chernikov E.V.* Первый опыт разведения русской комолой породы крупного рогатого скота в условиях Республики Калмыкия / *First experience of breeding of Russian hornless cattle breed in the conditions of the Republic of Kalmykia*

**КОРМА, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ /
FODDERS, FODDER PRODUCTION, FODDER ADDITIVES**

- 31** Золотарева А.Г., Горлов И.Ф., Мосолов А.А., Княжеченко О.А. / *Zolotareva A.G., Gorlov I.F., Mosolov A.A., Knyazhechenko O.A.* Сравнительный анализ эффективности пребиотических добавок в рационах кроликов на откорме / *Comparative analysis of the effectiveness of probiotic supplements in the diets of fattening rabbits*
- 42** Сложенкина М.И., Мосолов А.А., Струк А.Н., Сейдави Алиреза, Княжеченко О.А., Громова А.О. / *Slozhenkina M.I., Mosolov A.A., Struk A.N., Seidavi Alireza, Knyazhechenko O.A., Gromova A.O.* Результаты применения современных кормовых средств в животноводстве и птицеводстве / *Results of using modern feed means in animal husbandry and poultry farming*

**КАЧЕСТВО, БЕЗОПАСНОСТЬ И ГИГИЕНА ПИТАНИЯ /
QUALITY, SAFETY AND FOOD HYGIENE**

- 58** Балышев А.В., Виолин Б.В., Абрамов С.В., Головин В.В., Кочетков П.П. / *Balyshev A.V., Violin B.V., Abramov S.V., Golovin V.V., Kochetkov P.P.* Изучение периода выведения флорфеникола и его метаболитов из организма поросят после применения препарата «Флорипрем 40» / *Studying the period of elimination of florfenicol and its metabolites from the body of pigs after using the medicine "Floriprem 40"*

**ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ /
RESEARCH ACTIVITY OF YOUNG SCIENTISTS**

- 70** Карпенко Е.В., Савельева А.А., Церенов И.В. / *Karpenko E.V., Savelieva A.A., Tserenov I.V.* Генетические маркеры мясной продуктивности калмыцкой породы овец / *Genetic markers of meat productivity of the Kalmyk sheep breed*

ЮБИЛЕИ И ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ /

ANNIVERSARY AND MEMORABLE DATES

- 83** Поздравляем юбиляра / *Congratulations to the hero of the day.* К 75-летию со дня рождения академика Горлова Ивана Федоровича / *To the 75th anniversary of the birth of academician Gorlov Ivan Fedorovich*

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ /
INNOVATIVE DEVELOPMENTS

Обзорная статья / Review article

УДК 636:637

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-24-9-19

ОСНОВНЫЕ ОРИЕНТИРЫ И ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ
ОТРАСЛИ ЖИВОТНОВОДСТВА НА ЮГЕ РОССИИ

THE MAIN GUIDELINES AND PRIORITIES FOR THE DEVELOPMENT
OF THE LIVESTOCK INDUSTRY IN THE SOUTH OF RUSSIA

^{1, 2}Иван Ф. Горлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

³Юрий Н. Федоров, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН

¹Елена Ю. Анисимова, кандидат биологических наук

¹Кермен Е. Бадмаева, кандидат биологических наук, доцент

¹Александра А. Сложенкина, соискатель

¹Дарья А. Мосолова, соискатель

¹Виктория С. Убушиева, соискатель

^{1, 2}Ivan F. Gorlov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of RAS

³Yuriy N. Fedorov, Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent member of RAS

¹Elena Yu. Anisimova, PhD (Biology)

¹Kermen E. Badmaeva, PhD (Biology), Associate Professor

¹Aleksandra A. Slozhenkina, Applicant

¹Daria A. Mosolova, Applicant

¹Viktoria S. Ubushieva, Applicant

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

²Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

³Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт
биологической промышленности, пос. Биокомбината, Московская обл.

¹Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

²Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

³All-Russian Research and Technological Institute of Biological industry,
Biokombinat settlement, Moscow region, 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.: 8 (8442) 39-35-66; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7508-3897>.

Для цитирования: Горлов И.Ф., Федоров Ю.Н., Анисимова Е.Ю., Бадмаева К.Е., Сложенкина А.А., Мосолова Д.А., Убушиева В.С. Основные ориентиры и приоритеты развития отрасли животноводства на юге России // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 24, № 4. С. 9-19. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-9-19>.

Principal Contact: Elena Yu. Anisimova, Leading Researcher, 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.: +7 (8442) 39-35-66; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7508-3897>.

For citation: Gorlov I.F., Fedorov Y.N., Anisimova E.Y., Badmaeva K.E., Slozhenkina A.A., Mosolova D.A., Ubushieva V.S. The main guidelines and priorities for the development of the livestock industry in the south of Russia. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;24(4):9-19. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-9-19>.

Резюме

Цель. Разработка научно обоснованной концепции интенсификации животноводческого сектора Юга России путем внедрения современных биотехнологических методов повышения продуктивного действия кормов, прогрессивных молекулярно-генетических методов прогнозирования и управления селекционно-племенной работой, инновационных технологий хранения и переработки сельхозпродукции.

Материалы и методы. При выполнении научного проекта применялись современные методы исследований: хроматографический (ВЭЖХ), масс-спектрометрический (МС-ИСП), атомно-эмиссионный (АЭС-ИСП), иммуноферментный (ELISA), ПЦР (ПЦР-ПДРФ, ПЦР РВ), полногеномное сканирование, компьютерное моделирование.

Обсуждение. Сформулирована научно обоснованная стратегия кормопроизводства с применением нетрадиционных источников ключевых нутриентов, позволяющая повысить доступность и переваримость питательных веществ. Выполнено генотипирование крупного рогатого скота мясного (GH, MC4R, CAPN1) и молочного (CSN) направлений, мелкого рогатого скота (GWAS), изучено влияние различных генотипов на формирование хозяйственно-биологических признаков животных. На основе разработанных технологий хранения и переработки продукции животноводства и птицеводства с использованием регионального растительного сырья выработаны новые виды продуктов: мясной продукт функционального назначения на основе филе мяса кур и индейки, хитозана пищевого и витаминно-минерального комплекса «Компливит»; ветчина вареная геродиетической направленности с повышенным содержанием белка, с включением говядины и мяса цыплят-бройлеров; пельмени с использованием говядины, свинины и нутовой муки, что позволяет увеличить содержание белка в полуфабрикатах на 2,2% и обогатить их необходимыми микроэлементами; мясное изделие на основе мяса овец региональных пород с включением свекольного бетаина, съедобной жимолости и кедрового шрота. Разработан системный подход к определению потенциала развития животноводческих предприятий различных форм хозяйствования с использованием инструментов кластерного анализа. За счет улучшения физиологических показателей организма животных и птицы (гематологический профиль, иммунный статус, микробиота кишечника), формирования структуры стада с учетом желательных генотипов нивелируются негативные факторы, снижающие эффективность производства в жестких агроклиматических условиях аридных территорий.

Заключение. Внедрение разработок научного коллектива в производственный сектор Юга России позволит повысить продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы в среднем на 8-12%, уровень рентабельности отрасли – на 4-6%, удешевить технологию производства, а также расширить ассортимент мясо-молочной продукции с повышенной пищевой и биологической ценностью, в том числе функционального, лечебно-профилактического и диетического назначения для различных групп населения.

Ключевые слова: животноводство, кормопроизводство, онтогенез, селекция, функциональные продукты питания, экономическая эффективность

Abstract

Purpose. Development of a scientifically based concept of intensification of the livestock sector in the South of Russia through the introduction of modern biotechnological methods to increase the

productive effect of feed, progressive molecular genetic methods of forecasting and management of breeding work, innovative technologies for storage and processing of agricultural products.

Materials and Methods. *Modern research methods in the implementation of the scientific project: chromatographic (HPLC), mass spectrometric (ICP-MS), atomic emission (ICP-AES), enzyme immunoassay (ELISA), PCR (PCR-RFLP, PCR-RT), genome-wide scanning, computer modeling were used.*

Discussion. *A scientifically based strategy for feed production using non-traditional sources of key nutrients has been formulated, which makes it possible to increase the availability and digestibility of nutrients. Genotyping of beef cattle (GH, MC4R, CAPN1) and dairy cattle (CSN), small cattle (GWAS) was performed, the influence of various genotypes on the formation of economic and biological characteristics of animals was studied. Based on the developed technologies for storing and processing livestock and poultry products using regional vegetable raw materials, new types of products have been developed: a functional meat product based on chicken and turkey fillets, chitosan food and vitamin-mineral complex "Complivit"; boiled ham of a herodietic orientation with a high protein content, including beef and chicken meat-broilers; dumplings using beef, pork and chickpea flour, which allows you to increase the protein content in semi-finished products by 2.2% and enrich them with the necessary trace elements; meat product based on sheep meat of regional breeds with the inclusion of beet betaine, edible honeysuckle and cedar meal. A systematic approach has been developed to determine the development potential of livestock enterprises of various forms of management using cluster analysis tools. By improving the physiological parameters of animals and poultry (hematological profile, immune status, intestinal microbiota), forming the structure of the herd taking into account the desired genotypes, negative factors that reduce production efficiency in harsh agro-climatic conditions of arid territories are leveled.*

Conclusion. *The introduction of the research team's developments into the production sector of the South of Russia will increase the productivity of farm animals and poultry by an average of 8-12%, the level of profitability of the industry by 4-6%, reduce the cost of production technology, as well as expand the range of meat and dairy products with increased nutritional and biological value, including functional, therapeutic, preventive and dietary purposes for different groups of the population.*

Keywords: *husbandry, feed production, ontogenesis, breeding, functional food products, economic efficiency*

Введение. Как отметил Президент РФ В.В. Путин на совещании по развитию агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов в апреле 2022 г., «продовольственная самодостаточность – это реальное конкурентное преимущество России, и оно должно работать в интересах наших граждан» (URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-vystuplenija-putina-na-soveschani-ii-po-razvitiyu-agropromyshlennogo-i-rybohozjaistvennogo.html?ysclid=lbop9aszwf123196088>). В условиях внешнего санкционного давления особую актуальность приобретает задача достижения показателей Доктрины продовольственной безопасности РФ (URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>), а также целевых индикаторов, обозначенных в Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов до 2030 года (URL: <http://government.ru/docs/46497>). В рамках Федеральной научно-технической программы постановлением Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2021 г. № 1489 «О внесении изменений в Федеральную научно техническую программу развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» утверждена подпрограмма «Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных», разработанная Минсельхозом России совместно с Минобрнауки России, Минпромторгом России и Российской академией наук и позволяющая пе-

рейти к увеличению объемов производства высококачественных кормов (в том числе концентрированных и объемистых), белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов для животных (URL: <http://government.ru/docs/all/136507>).

Развитие генетических технологий и их практическое применение являются приоритетами в ведущих странах мира (Jones HE and Wilson PB, 2022). Российские исследования и разработки в этой области до сих пор не позволяют достичь объемов востребованных рынком результатов, в результате чего необходимая для различных отраслей продукция импортируется, повышаются технологические риски для национальной и биологической безопасности, увеличивается отставание от крупнейших экономик мира, не обеспечивается требуемая конкурентоспособность соответствующей российской продукции на мировых рынках, уровень жизни российского населения растет в замедленном темпе (Fedotova GV et al., 2020). В связи с этим Правительством РФ утверждена Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019-2027 гг., одной из основных целей которой является комплексное решение задач ускоренного развития генетических технологий, в том числе в отрасли сельского хозяйства (URL: <http://government.ru/docs/36457>).

Для южных регионов нашей страны вышеперечисленные проблемы имеют высокую значимость из-за специфичности агроклиматических условий, в которых достаточно сложно заниматься эффективным животноводством (Намруева Л.В. и Иванов Н.П., 2018). Тем не менее современные мировые тенденции ориентированы на высокопродуктивное экологически чистое сельское хозяйство, что с недавних пор является основой научно-технического прогресса и в аграрном комплексе России (Кручинина В.М., 2022).

Выполнение передовых научных исследований прорывного характера невозможно без соответствующей материально-технической базы, создание которой происходит, в том числе, при поддержке научных коллективов различными Фондами в форме грантов и пожертвований (Сергеев А.М., 2021). Так, благодаря Российскому научному фонду были получены результаты, освещенные в данной статье.

Целью исследований являлась разработка научно обоснованной концепции интенсификации животноводческого сектора Юга России путем внедрения современных биотехнологических методов повышения продуктивного действия кормов, прогрессивных молекулярно-генетических методов прогнозирования и управления селекционно-племенной работой, инновационных технологий хранения и переработки сельхозпродукции.

Материалы и методы. Научно-хозяйственные эксперименты проводились на поголовье сельскохозяйственных животных и птицы, разводимых в различных регионах Юга России (Ростовская обл.: Сальский, Зимовниковский и Ремонтненский районы; Волгоградская область: Иловлинский, Николаевский, Светлоярский, Фроловский, Палласовский, Быковский, Новоаннинский, Городищенский, Суровикинский районы; респ. Калмыкия: Яшкульский, Малодербетовский, Юстинский районы). Подопытные группы формировали по принципу аналогов с учетом возраста и породности. При проведении исследований были приняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества особей при сохранении репрезентативности выборок. Во всех группах были одинаковые условия кормления, ухода и зоогигиенические параметры. Уровень кормления рассчитывали с помощью программы «КормОптимЭксперт». Для оценки роста и развития проводили ежемесячные взвешивания каждого животного с расчетом абсолютных и среднесуточных приростов живой массы. Иммунный статус изучался по тестам резистентности и активности гуморальных факторов согласно учебно-методическому пособию (Топурия Л.Ю. и Топурия Г.М., 2006). Уровень иммуноглобулинов по отдельным изотипам устанавливали с исполь-

зованием наборов тест-систем ELISA kit. Бонитировку и лабораторные исследования проводили по общепринятым методикам и ГОСТ: элементный состав – методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП, Nexion 300D, PercinElmer, США) и методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП, Optima 2000 DV, PercinElmer, США), аминокислотный состав – методом ВЭЖХ. Белково-качественный показатель рассчитывали соотношением триптофана к оксипролину. Расчет энергетической ценности проводили по формуле Александрова: $K = [C - (Ж+З)] \times 4,1 + (Ж \times 9,3)$, где К – калорийность мяса, ккал; С – количество сухого вещества, г; З – количество золы, г; Ж – количество жира, г. Мясную продуктивность устанавливали по результатам контрольного убоя. Анализ SNP проводили методом ПЦР-ПДРФ. Выделение, очистку, оценку концентрации ДНК, амплификацию проводили с помощью коммерческих наборов (НПФ «Синтол», ЗАО «Евроген», ГК «Биом», Россия) согласно инструкциям производителей. Полногеномный анализ поголовья региональных пород овец проводили с использованием набора OvineSNP50 DNA Analysis Kit (Illumina Inc., США). Гидролиз эндонуклеазами рестрикции – по стандартным методикам (ООО «СибЭнзайм», Россия), идентификацию фрагментов – методом горизонтального гель-электрофореза (ООО «ДНК-Технология», Россия). Частоту генотипов рассчитывали по формуле: $P = \frac{n}{N}$, где n – число животных с данным генотипом, N – общее количество исследуемых животных данной популяции. Частоту аллелей определяли по формулам: $C = \frac{(2 \cdot CC + CG)}{2 \cdot N}$, где C – частота аллеля C, CC – число животных с генотипом CC, CG – число животных с генотипом CG, N – общее количество исследуемых животных данной популяции; $G = \frac{(2 \cdot GG + CG)}{2 \cdot N}$, где G – частота аллеля G, GG – число животных с генотипом GG, CG – число животных с генотипом CG, N – общее количество исследуемых животных данной популяции (Животовский Л.А., 2021). Для расчетов генетических показателей использовались программы PopGen 1.32 и Arlequin 3.5.2.2 (Microsoft, США), Plink 1.9 (PSF, США) – контроль качества генотипирования, анализ инбридинга и построение матрицы родства IBS, Admixture – модельная кластеризация, EMMAX – ассоциативный анализ, графическая визуализация результатов анализа проводилась с использованием программной среды R. Цифровые экспериментальные данные обрабатывали методами вариационной статистики по алгоритмам Н.А. Плохинского с использованием программ «Microsoft Office» и «Statistika» (США).

Обсуждение. На экспериментальном поголовье русской комолой, заволжского типа казахской белоголовой и заводского типа «Айта» калмыцкой пород крупного рогатого скота изучены ассоциации полиморфизма генов кальпаинкальпастатинового комплекса и соматотропина с показателями продуктивности животных и установлены желательные генотипы для использования в селекции на повышение мясной продуктивности и качества говядины. Изучены генетические особенности и продуктивные качества бычков калмыцкой и русской комолой пород в сравнительном аспекте. Доказано преимущество бычков русской комолой породы в сравнении со сверстниками калмыцкой по частоте полиморфизма генов-маркеров, отвечающих за формирование мясной продуктивности. Установлено превосходство мясной продуктивности бычков русской комолой породы по сравнению с аналогами калмыцкой: увеличение убойного выхода на 1,44%, выхода мякоти – 1,78, индекса мясности – 0,59%. Проведена оценка бычков русской комолой, казахской белоголовой и калмыцкой пород по показателям мясной и откормочной продуктивности. Изучены откормочные показатели и убойные качества бычков, морфологические и химические особенности туш, аминокислотный состав мышечной ткани, рассчитан аминокислотный скор, белково-качественный пока-

затель и биологическая ценность получаемой говядины. Проведён корреляционный анализ по определению взаимосвязи между содержанием незаменимых аминокислот в говядине и живой массой подопытных бычков трёх наиболее распространённых на Юге России пород. Выполнены исследования по изучению продуктивных и биологических особенностей молодняка крупного рогатого скота калмыцкой породы и ее помесей (с симментальской, герефордской и казахской белоголовой). Получены данные по возрастной динамике роста чистопородных бычков и помесей, убойным показателям и морфологическому составу туш, содержанию аминокислот в мышечной ткани, рассчитан аминокислотный скор, белково-качественный показатель и биологическая ценность получаемой говядины. Установлены положительные корреляции между энергией роста и гематологическим профилем животного.

Определены уровни сопряженности признаков мясной продуктивности с предубойной массой бычков калмыцкой породы, выращенных по традиционной и интенсивной технологиям, при скормливании более сбалансированного рациона за счет включения в него люцернового сена и незначительно большего количества концентратов (аналоги I группы вместо сена получали овсяную и ячменную солому).

Создан банк ДНК популяций крупного рогатого скота русской комолой, казахской белоголовой и калмыцкой пород, разводимых на Юге России, проведено генотипирование поголовья по SNP-маркерам (GH, MC4R, CAPN1). Изучено влияние полиморфизма генов GH и MC4R на откормочные и мясные качества бычков русской комолой, заволжского типа казахской белоголовой и заводского типа «Айта» калмыцкой пород крупного рогатого скота; оптимизированы температурные режимы ПЦР для определения полиморфизма генов CAPN1, GH, MC4R; разработаны рекомендации по совершенствованию селекционной работы племенных хозяйств на основе выявления взаимосвязи генетических маркеров с формированием продуктивных качеств крупного рогатого скота. Сформулированы принципы эффективного использования установленных популяционных критериев отбора для интенсификации селекционного прогресса в генофондных популяциях.

Изучены продуктивные качества овец сальской породы разных половозрастных групп и линий. Выполнены исследования генетических особенностей формирования показателей мясной продуктивности в зависимости от генотипа по гену гормона роста (GH) на поголовье овец породы советский меринос. На основе метода полногеномного анализа получены данные о генетических параметрах разводимых в агроэкологических условиях Юга России популяций наиболее распространенных пород овец: калмыцкой курдючной, эдильбаевской, волгоградской. Проведена оценка молекулярного инбридинга и генетических различий животных. На основании имеющихся показателей живой массы выполнен ассоциативный анализ, направленный на поиск генов и участков генома, связанных с фенотипическим проявлением данного признака у овец. Ведется селекционная работа по выведению нового высокопродуктивного типа курдючных овец калмыцкой породы.

Выявлены закономерности влияния различных генетических и паратипических факторов на формирование количественных и качественных показателей получаемого сырья и функционально-технологические свойства производимой продукции животноводства.

Выполнено генотипирование животных трех наиболее распространенных на Юге России пород скота молочного направления (красно-пестрая, красная степная, черно-пестрая / голштинская) по гену каппа-казеина. Проведены исследования по влиянию различных генотипов на сыропригодность молока и формирование функционально-технологических и органолептических характеристик сыра.

Дана характеристика геобиоценологическому разнообразию и климатическим условиям как основным факторам, обуславливающим адаптационные свойства и хозяйственно-биологические особенности породы, а также требования к разведению и содержанию животных.

Проведена научно-исследовательская работа по поиску эффективных схем межпородного скрещивания крупного рогатого скота (помеси 1/2): герефордская х русская комолая (ГхРК), казахская белоголовая х калмыцкая (КБхК), калмыцкая х абердин-ангусская (КхАБ), абердин-ангусская х симментальская (АБхСИМ). Животные сравниваемых групп содержались беспривязно на откормочных площадках со свободным доступом к кормушкам и поилкам.

Разработаны рекомендации по совершенствованию системы кормопроизводства, кормоприготовления и нормированного кормления сельскохозяйственных животных, выращиваемых в агроэкологических условиях ЮФО, с целью создания условий, обеспечивающих наиболее полное проявление их генетического потенциала и получение экологически безопасной продукции.

Выполнены исследования по использованию в кормлении мясного скота новой пребиотической добавки. Изучено влияние добавки на закономерности и отличительные особенности в метаболизме, гематологическом профиле животных, их иммунном статусе, энергии роста и показателях продуктивности.

Выполнены исследования по определению содержания обменной энергии (ОЭ) в сыром и термообработанном зерне амаранта отдельно и в сочетании с ферментным препаратом при включении в рацион цыплят-бройлеров кросса Ross-308. Добавление фермента повысило энергетическую ценность зерна, при этом в большей степени термически обработанного. Выполнены исследования по изучению эффективности использования новой пребиотической кормовой добавки, а также кормовых добавок из отходов перерабатывающих производств (льняного шрота с добавлением томатных и виноградных выжимок) на продуктивность и антиоксидантный статус кур-несушек, качество пищевых яиц.

На основе полученного животноводческого сырья разработаны научно обоснованные технологии новых видов продуктов питания, в том числе функционального, лечебно-профилактического и диетического назначения для различных групп населения. В частности, разработан мясной продукт функционального назначения на основе филе мяса кур и индейки, хитозана пищевого и витаминно-минерального комплекса «Компливит»; разработаны рецептура и технологическая схема ветчины вареной геродиетической направленности с повышенным содержанием белка, с включением говядины и мяса цыплят-бройлеров; разработана технология пельменей с использованием говядины, свинины и нутовой муки, что позволяет увеличить содержание белка в полуфабрикатах на 2,2% и обогатить их необходимыми микроэлементами; разработана технология мясного изделия на основе мяса овец региональных пород с включением свекольного бетаина, съедобной жимолости и кедрового шрота, что позволяет выпускать продукт с повышенной пищевой и биологической ценностью.

С учетом полученных результатов и перспектив повышения экономической эффективности производства при их внедрении в АПК Юга России разработан системный подход к определению потенциала развития животноводческих предприятий различных форм хозяйствования с использованием инструментов кластерного анализа.

Заключение. Таким образом, главными ориентирами научно-технологического прогресса в развитии животноводческого комплекса Юга России можно определить инновационные подходы к повышению питательности кормов, внедрение современных молекулярно-

генетических методов паспортизации поголовья, разработку научно обоснованной стратегии хранения и переработки продукции животноводства с учетом специфических агроклиматических условий, характерных для засушливых территорий, использование регионального растительного сырья, нетрадиционных источников биологически активных веществ для повышения пищевой ценности вырабатываемых мясных и молочных продуктов питания.

Благодарность: Работа выполнена по гранту РФФ 22-16-00041, ГНУ НИИММП.

Acknowledgement: The work was carried out under a grant of RSF No. 22-16-00041, VRIMMP.

Список источников

1. Животовский Л.А. Генетика природных популяций. М., 2021. 600 с.
2. Кручинина В.М. Использование зарубежного опыта развития органического сельского хозяйства в Российской практике // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2022. № 3 (94). С. 234-245. <https://doi.org/10.21295/2223-5639-2022-3-234-245>.
3. Намруева Л.В., Иванов Н.П. Тренды, проблемы и перспективы развития животноводства на юге России // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология. 2018. Т. 20, № 1. С. 55-63. <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2018.1.6>.
4. Сергеев А.М. О реализации государственной научно-технической политики в российской федерации и важнейших научных достижениях, полученных российскими учёными в 2019 году // Вестник Российской академии наук. 2021. Т. 91, № 1. С. 7-52. <https://doi.org/10.31857/S0869587321010084>.
5. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 года №2567-р). URL: <http://government.ru/docs/46497>.
6. Топурия Л.Ю., Топурия Г.М. Иммунологические методы исследований в ветеринарной медицине: учебно-методическое пособие. Оренбург: Издательский центр Оренбургского ГАУ, 2006. 42 с.
7. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>.
8. Федеральная научно-техническая программа «О внесении изменений в Федеральную научно техническую программу развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» (Постановление Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2021 г. № 1489). URL: <http://government.ru/docs/all/136507>.
9. Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий на 2019-2027 годы (Постановление Правительства РФ от 22 апреля 2019 г. № 479). URL: <http://government.ru/docs/36457>.
10. Стенограмма выступления Путина на совещании по развитию агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-vystuplenija-putina-na-soveschani-i-po-razvitiyu-agropromyshlennogo-i-rybohozjaistvenno-go.html?ysclid=lbop9aszwf123196088>.

11. Jones HE, Wilson PB. Progress and opportunities through use of genomics in animal production // Trends in Genetics. 2022. Vol. 38 (12). P. 1228-1252. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2022.06.014>.
12. Trends of scientific and technical development of agriculture in Russia / GV Fedotova, IF Gorlov, AV Glushchenko, MI Slozhenkina, AK Natyrov // Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality: Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. T. 87. P. 193-200. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29586-8_23.

References

1. Zhivotovsky LA. Genetics of natural populations. M.; 2021. 600 p. (In Russ.).
2. Kruchinina VM. The use of foreign experience in the development of organic agriculture on the example of the USA in Russian practice. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, ekonomiki i prava = Herald of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. 2022;94(3):234-245. (In Russ.). <https://doi.org/10.21295/2223-5639-2022-3-234-245>.
3. Namrueva LV, Ivanov NP. Trends, problems and prospects of livestock sector development in the south of Russia. *Vestnik VolGU. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya = Science Journal of VolSU. Global Economic System*. 2018;20(1):55-63. (In Russ.). <https://doi.org/10.15688/jvolsu3.2018.1.6>.
4. Sergeev AM. On the implementation of the state scientific and technical policy in the Russian Federation and the most important scientific achievements obtained by Russian scientists in 2019. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2021;91(1):7-52. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0869587321010084>.
5. Strategy for the development of agro-industrial and fisheries complexes until 2030 (Decree of the Government of the Russian Federation dated September 8, 2022 No. 2567-r). (In Russ.). URL: <http://government.ru/docs/46497>.
6. Topuria LYu, Topuria GM. Immunological research methods in veterinary medicine: an educational and methodological guide. Orenburg: Orenburg State Agrarian University Publ.; 2006. 42 p. (In Russ.).
7. Decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020 No. 20 "On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation". (In Russ.). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106>.
8. Federal Scientific and Technical Program "On Amendments to the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2025" (Decree of the Government of the Russian Federation dated September 3, 2021 No. 1489). (In Russ.). URL: <http://government.ru/docs/all/136507>.
9. Federal Scientific and Technical Program for the Development of Genetic technologies for 2019-2027 (Decree of the Government of the Russian Federation dated April 22, 2019 No. 479). (In Russ.). URL: <http://government.ru/docs/36457>.
10. Transcript of Putin's speech at a meeting on the development of agro-industrial and fishery complexes. URL: <http://prezident.org/tekst/stenogramma-vystuplenija-putina-na-soveschani-pi-razvitiyu-agropromyshlennogo-i-rybohozjaistvennogo.html?ysclid=lbop9aszwf123196088>.

11. Jones HE, Wilson PB. Progress and opportunities through use of genomics in animal production. *Trends in Genetics*. 2022;38 (12):1228-1252. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2022.06.014>.
12. Trends of scientific and technical development of agriculture in Russia / GV Fedotova, IF Gorlov, AV Glushchenko, MI Slozhenkina, AK Natyrov. *Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality: Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020;(87):193-200. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29586-8_23.

Вклад авторов: Иван Ф. Горлов: концепция; Юрий Н. Федоров: методология; Елена Ю. Анисимова: выполнение лабораторных исследований; Кермен Е. Бадмаева: научно-хозяйственные опыты; Александра А. Сложенкина: научно-хозяйственные опыты; Дарья А. Мосолова: обработка данных; Виктория С. Убушиева: обработка данных.

Contribution of the author's: Ivan F. Gorlov: conceptualization; Yuriy N. Fedorov: methodology; Elena Y. Anisimova: laboratory analysis; Kermen E. Badmaeva: farm experiments; Alexandra A. Slozhenkina: farm experiments; Daria A. Mosolova: data analysis; Viktoria S. Ubushieva: data analysis.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Горлов Иван Федорович – главный научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, 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/0000-0002-8683-8159>;

Федоров Юрий Николаевич – главный научный сотрудник отдела иммунологии, Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности; 141142, Россия, Московская обл., пос. Биокомбината, д. 17; e-mail: fan181@mail.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7268-3734>;

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>;

Сложенкина Александра Алексеевна – соискатель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: slozhenkina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5913-5303>;

Мосолова Дарья Александровна – соискатель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: daria.mosolova8@gmail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5579-6726>;

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):

Ivan F. Gorlov – Chief Researcher, Livestock Production Department, 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/0000-0002-8683-8159>;

Yuriy N. Fedorov – Chief Researcher, Immunology Department, All-Russian Research and Technological Institute of Biological Industry; 17, Biokombinat settlement, Moscow region, 141142, Russian Federation; e-mail: fan181@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7268-3734>;

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>;

Alexandra A. Slozhenkina – Applicant, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: slozhenkina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5913-5303>;

Daria A. Mosolova – Applicant, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: daria.mosolova8@gmail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5579-6726>;

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*: 10.07.2023;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 28.11.2023;
принята к публикации / *accepted for publication*: 30.11.2023

**ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ /
MANUFACTURE OF LIVESTOCK PRODUCTION**

Научная статья / *Original article*

УДК 636.2.082

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-24-20-30

**ПЕРВЫЙ ОПЫТ РАЗВЕДЕНИЯ РУССКОЙ КОМОЛОЙ ПОРОДЫ
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА
В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ**

***FIRST EXPERIENCE OF BREEDING OF RUSSIAN HORNLESS
CATTLE BREED IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA***

Мария А. Квашнина, старший научный сотрудник
Виктор В. Пономарев, кандидат сельскохозяйственных наук
Екатерина В. Карпенко, кандидат биологических наук
Егор В. Черников, аспирант

*Maria A. Kvashnina, Senior Research
Viktor V. Ponomarev, PhD (Agriculture)
Ekaterina V. Karpenko, PhD (Biology)
Egor V. Chernikov, Postgraduate student*

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

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

Контактное лицо: Квашнина Мария Александровна, старший научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: ma.kvashnina@yandex.ru; тел.: 8 (8442) 39-13-24; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5465-6906>.

Для цитирования: Квашнина М.А., Пономарев В.В., Карпенко Е.В., Черников Е.В. Первый опыт разведения русской комолой породы крупного рогатого скота в условиях Республики Калмыкия // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 24, № 4. С. 20-30. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-20-30>.

Principal Contact: Maria A. Kvashnina, Senior Research, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: ma.kvashnina@yandex.ru; tel.: +7 (8442) 39-13-24; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5465-6906>.

For citation: Kvashnina M.A., Ponomarev V.V., Karpenko E.V., Chernikov E.V. First experience of breeding of Russian hornless cattle breed in the conditions of the Republic of Kalmykia. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;24(4):20-30. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-20-30>.

Резюме

Цель. Анализ хозяйственно-биологических особенностей русской комолой породы крупного рогатого скота, разводимого на территории Республики Калмыкия.

Материалы и методы. Работа проведена в условиях хозяйства ИП КФХ Искан И.А. Малодербетовского района Республики Калмыкия. Объект исследования – крупный рогатый скот русской комолой породы. Материалом служили результаты бонитировочных ведомостей

крупного рогатого скота русской комолой породы за 2023 год, которые были предоставлены ИП главой КФХ Искан И.А. Малодербетовского района Республики Калмыкия.

Результаты. Исследования показали, что животные с крепкой конституцией имеют продолжительность жизни дольше и до глубокой старости сохраняют воспроизводительную способность и высокую продуктивность. Скот в хозяйстве характеризуется хорошо выраженными мясными формами телосложения и крепкой конституцией. Животные имеют довольно широкое туловище с развитой мускулатурой, массивные окорока, мощную переднюю часть с развитым подгрудком; хорошо приспособлены к резко континентальному и засушливому климату зоны расположения хозяйства. Исследованиями, проведенными сотрудниками ГНУ НИИММП, установлено: высокорослость у крупных животных сочетается с широким туловищем, что определяет высокие показатели их живой массы. Одним из главных среди хозяйственно-полезных признаков мясной коровы является её молочная продуктивность. Отъём телят от коров-матерей в хозяйстве проводят в возрасте 7-7,5 месяцев, а также в зависимости от их состояния, хотя передержка их на подсосе после 8-месячного возраста отрицательно сказывается на подготовке маточного поголовья к зимовке и дальнейшем воспроизводстве.

Заключение. В хозяйстве ИП главы КФХ Искан И.А. на основе высококлассного поголовья ведется целенаправленная племенная работа по закреплению и улучшению хозяйственно-полезных признаков русской комолой породы. За счет совершенствования существующих высокопродуктивных линий комолых животных, обладающих высокой энергией роста, дающих хороший убойный выход, приспособленных к пастбищному содержанию и более эффективно использующих грубые и сочные корма, в хозяйстве планируется повышение продуктивности стада.

Ключевые слова: бонитировка, племенной статус, чистопородные, живая масса, молочная продуктивность

Abstract

Purpose. Analysis of the economic and biological features of the Russian hornless breed of cattle bred in the Republic of Kalmykia.

Materials and Methods. The work was carried out in the conditions of the farm of IE KFF (Individual entrepreneur peasant (farm) farm) Iskan I.A. Maloderbetovsky district of the Republic of Kalmykia. The object of the study is breeding cattle of the Russian polled breed. The material was the results of the bounty sheets of cattle of the Russian hornless breed for 2023, which were provided by the individual entrepreneur by the head of the farm Iskan I.A. Maloderbetovsky district of the Republic of Kalmykia.

Results. Studies have shown that animals with a strong constitution have a pro-dignity of life longer and retain reproducible ability and high productivity until old age. Cattle on the farm are characterized by well-defined meat forms of build and a strong constitution. Animals have a rather wide body with developed muscles, massive hams, a powerful anterior part with a dilapidated chest; are well adapted to the sharply continental and arid climate of the zone of location of the farm. Studies conducted by employees of VRIMMP have established that high growth in large animals is combined with a wide body, which determines high indicators of their living weight. One of the main among the economic and useful signs of a meat cow is its milk productivity. Calves are weaned from mother cows on the farm at the age of 7-7,5 months, as well as depending on their condition, although overexposure of them on suction after 8 months of age negatively affects the preparation of the mother stock for wintering and further reproduction.

Conclusion. *The farm of the individual entrepreneur of the head of the farm Iskam I.A. on the basis of a high-class livestock is engaged in targeted breeding work to consolidate and improve the economic and useful prizes of the Russian hornless breed. Due to the improvement of the existing highly productive lines of combed animals, which produce high growth energy, give a good slaughter yield, are adapted to pasture content and more efficiently use coarse and juicy feeds, the farm plans to reduce the productivity of the herd.*

Keywords: *bonitation, tribal status, purebred, live weight, milk productivity*

Введение. Продовольствие – одна из жизненно важных потребностей человека, от удовлетворения которой зависит его жизнь. Во все годы человек решает проблему продовольственной безопасности. Российская Федерация, особенно в последнее десятилетие, решает один из основных вопросов этой проблемы, сформулированной продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО), – продовольственная независимость и импортозамещение (Алексейчева Е.Ю. и Магомедов М.Д., 2022; Трунов И.Л., 2023).

Преодоление зависимости от иностранных поставок племенных ресурсов и успешное развитие отечественного животноводства – важная задача обеспечения населения страны продуктами питания (Ибрагимов А.Г. и др., 2020).

Удовлетворение спроса на говядину невозможно без развития специализированного мясного скотоводства и особенно отечественных пород с учетом их районирования (Дунин И.М. и др., 2020; Осянин Д.Н. и Петрунина И.В., 2021).

В 2007 г. в Российской Федерации на основе абердин-ангусского и калмыцкого скота была выведена и утверждена новая мясная порода крупного рогатого скота «Русская комолая» (патент РФ на селекционное достижение № 3779 от 26 ноября 2007 года).

Русская комолая порода – одна из лучших по экстерьеру, типу телосложения и скороспелости, также отличается хорошей молочностью. Животные имеют компактное телосложение; широкое и глубокое туловище, что свидетельствует о высоком выходе предпочтительных отрубов; хорошо развитую грудь и выполненную заднюю треть туловища, что указывает на крепкую конституцию. В среднем живая масса полновозрастных быков составляет 800-1000 кг, коров – 500-700 кг. Телята рождаются относительно не большие, в среднем – от 18 до 23 кг, однако генетически обусловленная скороспелость позволяет к отъему в 210 дней получать молодняк массой в среднем 190 кг с среднесуточным приростом 800-900 г. При интенсивном выращивании живую массу в 500 кг и выше можно получить в возрасте 18 месяцев. За счет мелкоплодности отелы проходят легко. В течение всего периода хозяйственного использования у коров сохраняется высокая воспроизводительная способность (Погодаев В.А. и Сангаджиев Д.А., 2021; Шичкин Г.И. и др., 2023; Приступа В.Н. и др., 2023).

Несмотря на то что по живой массе эта порода уступает животным других мясных пород по скороспелости, убойным и вкусовым качествам, ей принадлежит первенство (Горлов И.Ф. и др., 2019). Тонкость костяка и хорошее развитие тех частей туловища, которые дают самое ценное мясо, обеспечивают высокий выход нежирного мяса. Туши имеют постные отруба с небольшим слоем «полива», большой выход «мраморного» мяса и относительно небольшое количество костей. Шкуры, полученные от животных, относятся к кожевенному сырью, хорошего качества. Крупный рогатый скот русской комолой породы высокорослый, комолый и имеет черную масть (Приступа В.Н. и др., 2023).

Для большинства зон России русская комолая порода является наиболее перспективной мясной породой. Важное значение приобретает работа по формированию племенных заводов

и племенных репродукторов этой породы с перспективой увеличения численности за счет создания стад в предприятиях различной формы собственности в разных регионах страны (Дюльдина А.В и др., 2020; Мысик А.Т. и др., 2020).

В Республике Калмыкия к скоту русской комолой породы в последние годы проявляется повышенный интерес. Так, не менее 300 голов крупного рогатого скота содержится в хозяйстве ИП главы КФХ Искан И.А. Малодербетовского района Республики Калмыкия.

Учитывая то, что скот русской комолой породы обладает хорошими адаптационными способностями и высокой естественной резистентностью, представляет научный и практический интерес разведение животных этой породы в условиях резко континентального климата сухих степей Республики Калмыкия (Дунин И.М. и др., 2021).

Цель – анализ хозяйственно-биологических особенностей русской комолой породы крупного рогатого скота, разводимого на территории Республики Калмыкия.

Материалы и методы. Материалом служили результаты бонитировочных ведомостей крупного рогатого скота русской комолой породы за 2023 год, которые были предоставлены ИП главой КФХ Искан И.А. Малодербетовского района Республики Калмыкия.

С помощью измерительных инструментов, таких как мерная палка (палка Лидтина), мерный циркуль и рулетка, были взяты промеры у животных.

В соответствии с инструкцией по бонитировке в мясном скотоводстве, молочность коров определяли по живой массе подсосного теленка при отъеме в 205 дней. Взвешивание телят проводили при отъеме в возрасте 7-7,5 мес. Возраст отъема корректировали в зависимости от физиологического состояния молодняка.

Согласно инструкции, проводили бонитировку крупного рогатого скота русской комолой породы с последующим присвоением класса животным.

Методикой расчета по воспроизводству собственного поголовья до 2028 года послужили структура и оборот стада.

Результаты и обсуждение. Первая партия племенного крупного рогатого скота была завезена в хозяйство ИП главы КФХ Искан И.А. в 2010 г. из АО «Племенной завод им. Парижской Коммуны» Старополтавского района Волгоградской области. Завезенное поголовье характеризовалось ярко выраженными мясными формами телосложения, типичной мастью. Более 82% телок и все бычки были комолыми. По своим генетическим и продуктивным качествам они отвечали требованиям утвержденной в последствии «Русской комолой» породы. Однако из-за невысокой упитанности поступивших в хозяйство телок некоторые из них имели комплексный класс оценки на уровне I. Анализ генеалогической структуры скота показал, что животные в большинстве своем представлены линиями и родственными группами, аналогичными разводимым в АО «Племзавод им. Парижской Коммуны». При этом 34,8% телок происходили от быков линии Сатурна 07311 и линии Аракса 7521.

В 2020 г. было принято решение о ведении направленной племенной работы со стадом для получения племенного статуса. Совершенствование стада русского комолого скота осуществляется специалистами хозяйства в тесном контакте с сотрудниками ГНУ НИИММП.

В зависимости от породных особенностей и мясной продуктивности чистопородный крупный рогатый скот и помеси делятся на 4 класса: элита-рекорд, элита, I класс и II класс (Инструкция по бонитировке крупного рогатого скота мясных пород. М., 1988).

Согласно данным бонитировки крупного рогатого скота за 2023 год, стадо ИП главы КФХ Искан И.А. представлено чистопородными животными русской комолой породы, 91,1% которого отнесены к классу элита-рекорд и элита, соответствующими требованиям, предъяв-

ляемым к русской комолой породе, из этого поголовья 34,0% – коровы и 37,7% составляют телки всех возрастов послеотъемного периода. Классный состав крупного рогатого скота русской комолой породы ИП главы КФХ Искан И.А. за 2023 г. представлен в таблице 1.

Таблица 1. Наличие и классный состав поголовья

Table 1. Availability and class composition of livestock

Группа животных <i>Group of animals</i>	Пробонитировано, гол. <i>Appraisal, heads</i>	Класс <i>Class</i>			
		элита-рекорд <i>elite-record</i>	элита <i>elite</i>	I <i>I</i>	II <i>II</i>
Всего крупного рогатого скота, голов <i>Total cattle, heads</i>	361	85	244	32	-
в том числе: быки-производители <i>including bulls-sires</i>	3	-	3	-	-
коровы <i>cows</i>	155	26	97	32	-
телки старше 15 месяцев и нетели <i>heifers older than 15 months and pregnant heifers</i>	33	-	33	-	-
телки до 12 месяцев <i>heifers up to 12 months</i>	103	28	75	-	-
бычки до 12 месяцев <i>bulls up to 12 months</i>	67	31	36	-	-

Исследования показали, что животные с крепкой конституцией имеют продолжительность жизни дольше и до глубокой старости сохраняют воспроизводительную способность и высокую продуктивность. В мясном скотоводстве использование маточного поголовья более 10-12 лет экономически оправдано.

В настоящее время в стаде хозяйства 33,5% коров имеют возраст 4-5 лет, 41,9% – 6-7 лет (таблица 2).

Таблица 2. Возрастной состав коров

Table 2. Age composition of cows

Группа животных <i>Group of animals</i>	Возраст, лет <i>Age, year</i>				Итого <i>Total</i>
	2-3	4-5	6-7	8 и старше <i>8 years and older</i>	
Коровы, гол. <i>Cows, heads</i>	30	52	65	8	155
%	19,4	33,5	41,9	5,2	100,0

Величина живой массы животных является комплексным показателем, характеризующим их рост, развитие и мясную продуктивность. При совершенствовании стада и отборе

животных особое значение придается высокорослости, растянутости туловища, интенсивности роста и способности длительный период давать прирост мышечной ткани. В основное стадо хозяйства, как правило, вводятся комолые животные с высокими показателями продуктивности и с известным происхождением.

По данным бонитировки 2023 г., основная масса коров превосходила по живой массе требования класса элита, что указывает на высокий генетический потенциал животных. Живая масса коров и их молочность имеют положительную корреляцию, поэтому ведется целенаправленный отбор коров по живой массе.

В возрасте трех лет живая масса коров составляет 454 кг, 4-5 лет – 471-505 кг, что соответствует требованиям живой массы коров класса элита, предъявляемым к русской комолой породе. Племенная ценность стада хозяйства характеризуется наличием в нем высокопродуктивных коров.

Экстерьерные показатели животных тесно связаны с внутренними свойствами организма, и по ним можно с высокой точностью оценить конституциональные, продуктивные и племенные качества скота. В связи с этим при оценке животных по фенотипу особое значение придаётся внешним формам телосложения животных, так как в процессе роста заметно меняются его пропорции (Шичкин Г.И. и др., 2023).

Формы телосложения формируются под воздействием наследственности и среды. При совершенствовании породных качеств учитывается связь между внешним видом животного, особенностью телосложения и направлением продуктивности (Шичкин Г.И. и др., 2023).

Скот в хозяйстве характеризуется хорошо выраженными мясными формами телосложения и крепкой конституцией. Животные имеют довольно широкое туловище с развитой мускулатурой, массивные окорока, мощную переднюю часть с развитым подгрудком; хорошо приспособлены к резко континентальному и засушливому климату зоны расположения хозяйства.

Оценка экстерьера и конституции маточного поголовья показала высокие баллы. Средний балл был на уровне класса элита. Необходимо и дальше продолжать селекцию на высокую степень наследования хозяйственно-полезных свойств. На формирование экстерьера и конституции стада большое влияние оказала популяция высокорослых животных.

Исследованиями, проведенными сотрудниками ГНУ НИИММП, установлено: высокорослость у крупных животных сочетается с широким туловищем, что определяет высокие показатели их живой массы (таблица 3).

В сравнении с показателями промеров предыдущих лет данные промеров бонитировки 2023 года отличаются положительной динамикой. Эти показатели экстерьера говорят об успехе целенаправленного отбора животных, хороших условиях содержания и правильном кормлении молодняка, выращиваемого на ремонт стада.

Одним из главных среди хозяйственно-полезных признаков мясной коровы является её молочная продуктивность. В инструкции по бонитировке предусмотрено считать основным показателем молочности коров живую массу подсосного теленка при отъеме в 205 дней.

Отъём телят от коров-матерей в хозяйстве проводят в возрасте 7-7,5 месяцев, а также в зависимости от их состояния, хотя передержка их на подсосе после 8-месячного возраста отрицательно сказывается на подготовке маточного поголовья к зимовке и дальнейшем воспроизводстве. Динамика живой массы телок и бычков представлена в таблице 4. На этом этапе происходит оценка молочной продуктивности коров.

Таблица 3. Показатели промеров статей экстерьера коров, см
 Table 3. Indicators of physique measurements of cows, cm, cm

Промеры, см Measurements, cm	Возраст, лет Age, year	
	4	5 лет и старше 5 years and older
Высота в холке Height at the withers	126,0	128,0
Высота в крестце Height at the sacrum	130,9	138,9
Глубина груди Chest depth	68,0	68,5
Обхват груди за лопатками Chest girth behind the shoulder blades	189,0	196,8
Ширина в маклоках Width in makloks	50,0	50,7
Ширина в тазобедренных суставах Width at the hip joints	40,2	40,8
Ширина в седалищных буграх Width in ischial tuberosities	39,2	39,4
Косая длина туловища Oblique body lenght	156,1	156,3
Косая длина зада Oblique hips lenght	50,7	51,0
Ширина груди за лопатками Chest width behind shoulder blades	46,0	46,9
Обхват пясти Pastern girth	18,1	18,1

Таблица 4. Динамика живой массы телок и бычков, кг
 Table 4. Dynamics of live weight of heifers and bulls, kg

Группа Group	Возраст, мес. Age, months			
	205 дней 205 days	8	12	15
Телки Heifers	194	214	270	315
Бычки Bulls	209	229	-	-

Средняя молочность коров по стаду составляет 170 кг. При дальнейшей работе с породой в хозяйстве планируется уделить особое внимание повышению молочности коров.

Так как ИП глава КФХ Искан И.А. планируется в ближайшее время представить документы в Министерство сельского хозяйства РФ для получения племенного статуса, был разработан план селекционно-племенной работы со стадом на 2024-2028 гг. согласно всем нормативно-правовым актам. В данном плане ставится задача по увеличению высокопродуктив-

ного стада за счет собственного воспроизводства с общим поголовьем племенного скота до 659 голов к концу планируемого периода. Численность коров к 2028 году планируется довести до 248 голов. Плановый прирост поголовья по годам отражен в таблице 5.

Таблица 5. Расчетное поголовье скота по годам

Table 5. Estimated number of livestock by year

Половозрастные группы <i>Gender and age group</i>	Годы <i>Years</i>				
	2024	2025	2026	2027	2028
Наличие крупного рогатого скота, всего гол., в т.ч.: <i>Presence cattle, total, including:</i>	426	481	537	597	659
быки-производители, гол. <i>bulls-sires, heads</i>	3	3	3	3	3
коровы, гол. <i>cows, heads</i>	170	187	205	226	248
телки старше 15 месяцев и нетели, гол. <i>heifers older than 15 months, heads</i>	41	61	77	91	105
телки до 12 мес., гол. <i>heifers up to 12 months, heads</i>	63	67	74	82	90
телки до 8 мес., гол. <i>heifers up to 8 months, heads</i>	67	74	82	90	97
бычки старше 8 мес., гол. <i>bulls older than 8 months, heads</i>	10	10	10	10	10
бычки до 8 мес., гол. <i>bulls up to 8 months, heads</i>	72	79	86	95	106

Заключение. Состояние мясного скотоводства в России во многом зависит от хорошо развитой племенной базы, поэтому одна из главных задач – расширение и укрепление племенных хозяйств, как основы для ускоренного воспроизводства мясного скота. В связи с этим в последнее время во всех регионах страны проводится работа по восстановлению существующих и созданию новых племенных хозяйств по разведению отечественных пород мясного скота.

Проведя анализ представленных данных, можно сделать вывод, что крупный рогатый скот русской комолой породы хорошо зарекомендовал себя в Республике Калмыкия, несмотря на природно-климатические условия региона.

Показатели промеров статей экстерьера соответствуют стандартам русской комолой породы крупного рогатого скота (согласно Приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 2 августа 2010 г. № 270 «Об утверждении порядка и условий проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности»).

В хозяйстве ИП главы КФХ Искан И.А. на основе высококлассного поголовья ведется целенаправленная племенная работа по закреплению и улучшению хозяйственно-полезных признаков русской комолой породы.

За счет совершенствования существующих высокопродуктивных линий комолых животных, обладающих высокой энергией роста, дающих хороший убойный выход, приспособленных к пастбищному содержанию и более эффективно использующих грубые и сочные корма, в хозяйстве планируется повышение продуктивности стада.

Благодарность: Работа выполнена по гранту РФФ № 22-16-00041, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: The work was carried out under a grant of the Russian Science Foundation No. 22-16-00041, VRIMMP.

Список источников

1. Алексейчева Е.Ю., Магомедов М.Д. Процессы импортозамещения и продовольственная безопасность в Российской Федерации // Мясная индустрия. 2022. № 9. С. 11-16. <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2022-09-11-16>.
2. Дунин И.М., Дунин М.И., Аджибеков В.К. Породная и генетико-селекционная база отечественного животноводства // Зоотехния. 2021. № 1. С. 2-6. <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.66.16.001>.
3. Ибрагимов А.Г., Борулько В.Г., Сергеевкова Н.А. Эффективность мясного скотоводства в России // Экономика и предпринимательство. 2020. № 8 (121). С. 233-236. <https://doi.org/10.34925/EIP.2020.121.8.047>.
4. Мысик А.Т., Усманова Е.Н., Кузякина Л.И. Современные технологии в мясном скотоводстве при разведении абердин-ангусской породы // Зоотехния. 2020. № 8. С. 25-28. <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.61.12.007>.
5. Мясная продуктивность бычков разных пород отечественной селекции / В.Н. Приступа, О.Е. Кротова, С.Н. Дудченко, Д.В. Клименко, Л.М. Рашид, М.Ш. Иылдыз // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (102). С. 255-260. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-102-4-255-260>.
6. Новые методические подходы к оценке типа телосложения скота абердин-ангусской породы / Г.И. Шичкин, Н.П. Сударев, Д. Абылкасымов, С.В. Чергеишвили, А.А. Герасимов, О.С. Монжосова // Зоотехния. 2023. № 1. С. 8-11. <https://doi.org/10.25708/ZT.2022.72.15.003>.
7. Осянин Д.Н., Петрунина И.В. Современное состояние и тенденции развития российского мясного скотоводства // Мясная индустрия. 2021. № 4. С. 32-35.
8. Погодаев В.А., Сангаджиев Д.А. Особенности роста бычков калмыцкой мясной породы крупного рогатого скота, полученных от кроссов разных линий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 243-246. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-87-1-243-246>.
9. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации: реалии и перспективы / И.М. Дунин, С.Е. Тяпугин, Р.К. Мещеров, В.П. Ходыков, В.К. Аджибеков, Е.Е. Тяпугин, А.В. Дюльдина // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 2. С. 2-7. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.40.30.001>.
10. Сравнительная характеристика мясной продуктивности бычков разных пород / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, А.А. Мосолов, Д.А. Ранделин, О.П. Шахбазова, Р.Г. Раджабов, Н.В. Иванова, Д.А. Мосолова. // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 2. С. 18-22. <https://doi.org/10.33943/MMS.2019.2.31382>.
11. Трунов И.Л. Еда становится оружием. Проблемы продовольственной безопасности // Вестник Московского университета МВД России. 2023. № 2. С. 214-217. <https://doi.org/10.24412/2073-0454-2023-2-214-217>.
12. Характеристика племенной базы абердин-ангусской и калмыцкой пород скота в Российской Федерации / А.В. Дюльдина, Е.Е. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, Л.П. Боголюбова // Зоотехния. 2020. № 2. С. 19-23. <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.21.61.007>.

References

1. Alekseycheva EYu, Magomedov MD. Import substitution processes and food security in the Russian Federation. *Myasnaya industriya = Meat industry*. 2022;(9):11-16. (In Russ.). <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2022-09-11-16>.
2. Dunin IM, Dunin MI, Adzhibekov VK. Breed and genetic-breeding base of domestic animal husbandry. *Zootekhnika = Zootechnika*. 2021;(1):2-6. (In Russ.). <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.66.16.001>.
3. Ibragimov AG, Borulko VG, Sergeenkova NA. The effectiveness of beef cattle breeding in Russia. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economics and Entrepreneurship*. 2020;121(8):233-236. (In Russ.). <https://doi.org/10.34925/EIP.2020.121.8.047>.
4. Mysik AT, Usmanova ENI, Kuzyakina LI. Current technologies in beef breeding at growing Aberdeen-angus cattle. *Zootekhnika = Zootechnika*. 2020;(8):25-28. (In Russ.). <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.61.12.007>.
5. Prystupa VN, Krotova OE, Dudchenko SN, Klimenko DV, Rashid LM, Yildiz MSh. Indicators of meat productivity of dairy and meat breeds. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2023;102(4):255-260. (In Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-102-4-255-260>.
6. Shichkin GI, Sudarev NP, Abylkasymov D, Chargeishvili SV, Gerasimov AA, Monzhosova OS. New methodological approaches to assessing body type of cattle of Aberdeen-angus breed. *Zootekhnika = Zootechnika*. 2023;(1):8-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.25708/ZT.2022.72.15.003>.
7. Osyanin DN, Petrunina IV. Current state and development trends of Russian beef cattle breeding. *Myasnaya industriya = Meat industry*. 2021;(4):32-35. (In Russ.). <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2021-04-32-35>.
8. Pogodaev VA, Sangadzhiev DA. Features of growth of calves of the kalmyk meat breed of cattle obtained from crosses of different lines. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;87(1):243-246. (In Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-87-1-243-246>.
9. Dunin IM, Tyapugin SE, Meshcherov RK, Hodykov VP, Adzhibekov VK, Tyapugin EE, Dyuldina AV. Condition of meat cattle breeding in the Russian Federation: realities and prospects. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming*. 2020;(2):2-7. (In Russ.). <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.40.30.001>.
10. Gorlov IF, Randelin AV, Slosheknina MI, Mosolov AA, Randelin DA, Spivak ME, Shakhbazova OP, Radzhabov RG, Ivanova NV, Mosolova DA. Comparative characteristic of meat productivity of bulls of different breeds. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming*. 2019;(2):18-22. (In Russ.). <https://doi.org/10.33943/MMS.2019.2.31382>.
11. Trunov IL. Food becomes a weapon. Problems of food security. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii = Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. 2023;(2):214-217. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2073-0454-2023-2-214-217>.
12. Dyuldina AV, Tyapugin EE, Tyapugin SE, Bogolyubova LP. Aberdeen-angus and Kalmyk cattle are leaders in beef cattle breeding in the Russian Federation. *Zootekhnika = Zootechnika*. 2020;(2):19-23. (In Russ.). <https://doi.org/10.25708/ZT.2020.21.61.007>.

Вклад авторов: Мария А. Квашнина и Виктор В. Пономарев отвечали за написание и оформление статьи; Екатерина В. Карпенко отвечала за проведение комплекса лабораторных исследований; Егор В. Черников отвечал за литературный обзор.

Contribution of the author's: Maria A. Kvashnina and Viktor V. Ponomarev responsible for writing and writing the article; Ekaterina V. Karpenko was responsible for conducting a complex of laboratory researches; Egor V. Chernikov was responsible for the literature review.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Пономарев Виктор Владимирович – старший научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, 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/0000-0001-8980-2429>;

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>;

Черников Егор Владимирович – аспирант, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: egorchernikov1998@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2140-1386>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Viktor V. Ponomarev – Senior Researcher, Livestock Production Department, 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/0000-0001-8980-2429>;

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>;

Egor V. Chernikov – Research Lab Assistant, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: egorchernikov1998@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2140-1386>.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 01.12.2023;
одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 22.12.2023;
принята к публикации / accepted for publication: 25.12.2023

**КОРМА, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ /
FODDERS, FODDER PRODUCTION, FODDER ADDITIVES**

Научная статья / Original article

УДК 636.92

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-24-31-41

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРЕБИОТИЧЕСКИХ ДОБАВОК В РАЦИОНАХ КРОЛИКОВ НА ОТКОРМЕ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS
OF PROBIOTIC SUPPLEMENTS IN THE DIETS OF FATTENING RABBITS**

Анастасия Г. Золотарева, соискатель

Иван Ф. Горлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

Александр А. Мосолов, доктор биологических наук

Ольга А. Княжеченко, младший научный сотрудник

Anastasia G. Zolotareva, Applicant

Ivan F. Gorlov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of RAS

Alexander A. Mosolov, Dr. Sci. (Biology)

Olga A. Knyazhechenko, PhD (Biology)

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: Золотарева Анастасия Геннадьевна, соискатель, отдел по хранению и переработке продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: genzol5@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3503-0811>.

Для цитирования: Золотарева А.Г., Горлов И.Ф., Мосолов А.А., Княжеченко О.А. Сравнительный анализ эффективности пребиотических добавок в рационах кроликов на откорме // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 24, № 4. С. 31-41. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-31-41>.

Principal Contact: Anastasia G. Zolotareva, Applicant, Department for Storage and Processing of Livestock Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: genzol5@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3503-0811>.

For citation: Zolotareva A.G., Gorlov I.F., Mosolov A.A., Knyazhechenko O.A. Comparative analysis of the effectiveness of probiotic supplements in the diets of fattening rabbits. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;24(4):31-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-31-41>.

Резюме.

Цель. Сравнительное изучение влияния пребиотических кормовых добавок «Хлорелакт» и «Лактувет-1» на показатели естественной резистентности и микрофлору кишечника кроликов.

Материалы и методы. Научно-практический опыт был проведен на крольчатах-самцах гибридной породы с использованием в рационе новых лактулозодержащих кормовых добавок. Исследования выполнены стандартизованными методами в аккредитованных лабораториях. Достоверность результатов подтверждается их обработкой статистическими методами.

Результаты. Рационы, дополненные различными уровнями кормовых добавок, оказали значительное влияние на некоторые изученные признаки, особенно иммунные реакции, а также антиоксидантные и гематобioхимические показатели. Так, при сравнении уровня бактерицидной активности сыворотки крови (БАС) выявлено превосходство животных опытных групп: I – на 3,0% ($P \leq 0,001$), II – на 2,07% ($P \leq 0,01$), над кроликами контрольной. Результаты определения количества микроорганизмов в слепых отростках кишечника животных показали, что количество микроорганизмов является наибольшим у II опытной группы, потреблявшей добавку «Хлорелакт», и преобладает над их содержанием в слепых отростках организма сверстников. При этом у кроликов, потреблявших изучаемые добавки, отмечено превосходство содержания нормальной микрофлоры над патогенной относительно контроля.

Заключение. По результатам проведенных исследований экспериментально подтверждена гипотеза о том, что использование хлореллы в качестве натуральной кормовой добавки в рационах кроликов может улучшить их здоровье и, как следствие, позволит в дальнейшем отказаться от использования антибиотиков или лекарств, стимулирующих рост, в период откорма.

Ключевые слова: кролиководство, кормовые добавки, хлорелла, антиоксидантный статус, абсолютный прирост

Abstract

Purpose. Comparative study of the effect of prebiotic feed additives "Chlorelact" and "Lactuvet-1" on indicators of natural resistance and microflora of rabbit intestines.

Materials and Methods. Scientific and practical experience was conducted on male rabbits of a hybrid breed using new lactulose-containing feed additives in the diet. The research was carried out using standardized methods in accredited laboratories. The reliability of the results is confirmed by their processing by statistical methods.

Results. Diets supplemented with various levels of feed additives had a significant impact on some of the studied signs, especially immune responses, as well as antioxidant and hematobiochemical parameters. Thus, when comparing the level of bactericidal activity of blood serum (ALS) the superiority of animals of the experimental groups was revealed: I – by 3.0% ($P \leq 0.001$), II – by 2.07% ($P \leq 0.01$), over control rabbits. The results of determining the number of microorganisms in the blind processes of the intestines of animals showed that the number of microorganisms is the largest in the II experimental group that consumed the Chlorelact supplement, and prevails over their content in the blind processes of their peers. At the same time, in rabbits that consumed the studied additives, the superiority of the content of normal microflora over pathogenic relative to control was noted.

Conclusion. According to the results of the conducted studies, the hypothesis has been experimentally confirmed that the use of chlorella as a natural feed additive in the diets of rabbits can improve their health, and, as a result, will allow in the future to abandon the use of antibiotics or growth-stimulating drugs during the fattening period.

Keywords: rabbit breeding, feed additives, chlorella, antioxidant status, absolute gain

Введение. В современном научном сообществе в последнее время активизированы поиск и разработка биологически активных соединений и кормовых добавок из натурального сырья как средств усиления устойчивости организма животного и источника повышения его продуктивности, которые обладают стимулирующими и антибактериальными свойствами (Волшенкова Е.С. и Фролов Д.И., 2018; Ayyat MS et al., 2018; Велькина Л.В., 2019).

Как отмечают российские и зарубежные исследователи, микроводоросли содержат в своем составе модифицированные метаболиты с функциональными преимуществами, препятствующие окислительным процессам и оптимизации обмена в клетках организма людей и животных. В связи с этим микроводоросли являются яркими представителями природных источников антиоксидантов (Abdelnour SA et al., 2019; Roques S et al., 2022). Механизмы действия вторичных метаболитов основаны на способности ингибирования каскадов биохимических процессов или же прямого удаления свободных радикалов или прооксидантов, приводящих к образованию прооксидантами продуктов окислительного стресса (Sikiru AB et al., 2019). Эти биологические ресурсы имеют широкое промышленное применение, например, в качестве лекарственных средств в нутрицевтической и фармацевтической промышленности, биомедицинских материалов в практике альтернативной медицины, кормовых добавок в животноводстве и рыбном хозяйстве, а также эмульгаторов и загустителей в пищевой промышленности (Abdel-Khalek AE et al., 2023).

Одним из перспективных направлений разработки новых кормовых добавок является суспензия хлореллы. Известен опыт применения микроводорослей хлореллы (*Chlorella vulgaris* – популярной микроводоросли, коммерчески культивируемой по всему миру) в качестве кормовой добавки для защиты от окислительного стресса и повышения продуктивности кроликов и других видов млекопитающих (Фролова В.Д. и др., 2019; Abdelnour SA et al., 2019; Abdel-Khalek AE et al., 2023). Эффективность ее применения объясняется в первую очередь большим содержанием в ней биологически активных соединений, таких как каротины, астаксантин, лютеин и фукоксантин и др. Сообщалось об использовании хлореллы в качестве иммуномодулирующего и противомикробного средства для укрепления иммунитета у бройлеров (Сложенкина М.И. и др., 2021; Kvartnikov MP and Kvartnikova EG, 2021). Более того авторы (Tsiplakou E et al., 2018; Abdel-Khalek AE et al., 2023) сообщили, что включение водорослей хлореллы в рацион коз усиливало иммунные реакции и антиоксидантные показатели. В связи с чем можно сделать вывод о том, что микроводоросли хлореллы являются перспективными объектами исследований, а изучение их эффективности в рационах кроликов имеет особое научно-практическое значение.

Целью нашей работы являлось сравнительное изучение влияния кормовых добавок «Хлорелакт» и «Лактувет-1» на показатели естественной резистентности и микрофлору кишечника кроликов.

Материалы и методы. В соответствии с выбранной целью исследований были поставлены следующие задачи:

- провести исследования роста и развития животных с учетом применения кормовых добавок «Лактувет-1» и «Хлорелакт» в рационах кроликов на откорме;
- исследовать антиоксидантный статус и показатели естественной резистентности животных;
- провести исследования микробиома кишечника кроликов.

Объектами исследований при этом являлись кормовые добавки:

1. Белково-пребиотическая кормовая добавка в виде жидкой суспензии «Хлорелакт» (лактоулоза, полученная из молочной сыворотки, и микроводоросли хлореллы *Chlorella vulgaris* (концентрация суспензии 60 млн клеток в 1 мл);

2. «Лактувет-1» (лактоулоза – не менее 14,3%, лактозы – не менее 25,2%, монозы – не менее 12,2%, кальций – 7,5%, фосфор – 6,4%, органические кислоты: молочная – 5,2% и лимонная – 2,3%).

Также объектом исследования служили гибридные крольчата-самцы калифорнийской породы, относящиеся к породе мясного направления продуктивности.

Формирование групп (n=15) основывалось на принципе аналогов с учетом живой массы, возраста, пола (самцы) и состояния здоровья подопытных кроликов в возрасте 45 дней.

При постановке и в течение всего периода опыта были обеспечены одинаковые условия клеточного содержания и обслуживания подопытных животных одним сотрудником из персонала. Длительность одного научно-хозяйственного опыта составила 75 дней. Контрольный убой животных осуществляли в возрасте 120 дней.

При проведении исследований руководствовались следующими принципами, согласно Европейской конвенции защиты животных, используемыми в научных целях: количество подопытных животных было минимально необходимым при сохранении выборки и обеспечении достоверности различий между группами; животные содержались под контролем специализированного персонала в надлежащих условиях согласно принципам «гуманности», без допущения жестокости и неподобающего обращения.

Для кормления в качестве базового рациона использовался полнорационный гранулированный комбикорм ПЗК-92, а кролики опытных групп дополнительно к базовому рациону (БР) получали испытуемые добавки: группа I – ХЛ – «Хлорелакт» в объеме 0,05 л / кг корма, группа II – ЛВ – «ЛактуВет-1» в количестве 0,5%.

Экспериментальные исследования по определению иммунного статуса животных в начале и конце опыта проведены на базе комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП при помощи стандартизованных методов исследований. Таксономический состав микробиома слепых отростков кишечника определяли посредством современного молекулярно-генетического метода – NGS-секвенирования в лаборатории молекулярной генетики и геномики птицы Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина.

Абсолютный прирост живой массы кроликов (в граммах) рассчитывали по разнице масс в начале и конце контрольного периода.

Результаты, полученные в ходе выполнения научных экспериментов, подвергали обработке методами вариационной статистики в программе «Excel» («Microsoft», США) с установлением уровней достоверности при: * – $P \leq 0,05$; ** – $P \leq 0,01$; *** – $P \leq 0,001$.

Результаты и обсуждение. В своих работах авторы подтверждают, что применение пребиотиков и пробиотиков в рационах животных позволяет предотвращать заболевания желудочно-кишечного тракта, восстанавливать нормальную микрофлору кишечника, здоровье животного или прогрессирование заболевания с помощью модуляции микробиоты и повышения уровня естественной резистентности организма животного из-за направленного формирования в сыворотке крови фагоцитарной, бактерицидной, лизоцимной активности нейтрофилов и уровня гамма-глобулинов (Майоров А.И. и Скрябин С.О., 2011; Горлов И.Ф. и др., 2022; Курчаева Е.Е. и др., 2023).

На основании проведенных исследований, в том числе сторонними авторами, можно предположить, что применение кормовой добавки «Хлорелакт» в рационах кроликов на откорме позволит повысить продуктивность и естественную устойчивость организма молодняка животных к неблагоприятному воздействию внешних факторов.

Полученные показатели уровня естественной резистентности сыворотки крови испытуемых кроликов по итогам опыта приведены в таблице 1.

По результатам определения уровня естественной резистентности сыворотки крови кроликов трех групп выявлено, что полученные значения показателей полностью соответствовали нормативным.

Таблица 1. Уровень иммунного статуса испытуемых кроликов по итогам опыта, % ($M \pm m$), $n=5$

Table 1. The level of the immune status of the tested rabbits according to the results of the experiment, % ($M \pm m$), $n = 5$

Показатель <i>Indicator</i>	Норма, % <i>Standart, %</i>	Группа		
		Контроль <i>Control</i>	I – ХЛ <i>I – ChL</i>	II – ЛВ <i>II – LV</i>
В начале опыта (45-дневный возраст) / <i>At the beginning of the experiment (45 days old)</i>				
Бактерицидная активность, % <i>Bactericidal activity, %</i>	26-48	28,4±0,12	28,1±0,14	28,3±0,15
Лизоцимная активность, % <i>Lysozyme activity, %</i>	12-17	13,4±0,14	13,5±0,11	13,5±0,10
Фагоцитарная активность, % <i>Phagocytic activity, %</i>	32-48	33,52±0,11	33,48±0,12	33,56±0,13
γ-глобулины, % <i>γ-globulins, %</i>	14-18	15,43±0,17	15,44±0,21	15,41±0,23
При завершении опыта (120-дневный возраст) <i>At the end of the experiment (age 120 days)</i>				
Бактерицидная активность, % <i>Bactericidal activity, %</i>	26-48	43,4±0,11	44,8±0,12***	44,47±0,10**
Лизоцимная активность, % <i>Lysozyme activity, %</i>	12-17	15,1±0,09	16,9±0,10***	16,7±0,11***
Фагоцитарная активность, % <i>Phagocytic activity, %</i>	32-48	44,8±0,14	46,5±0,15***	46,1±0,13**
γ-глобулины, % <i>γ-globulins, %</i>	16-20	17,54±0,11	19,75±0,12***	19,27±0,14***

При этом, если в начале опыта все измеряемые показатели были близки между кроликами этих групп, то к концу опыта наметилось стойкое различие в уровне иммунной защиты животных в зависимости от группы. Так, к концу эксперимента кролики опытных групп по одному из интегральных показателей иммунологической резистентности – уровню бактерицидной активности сыворотки крови (БАС) – превосходили животных контрольной группы: I – ХЛ – на 1,4% ($P \leq 0,001$) и группы II – ЛВ – на 1,07%, ($P \leq 0,01$).

По мнению исследователей (Саруханов В.Я. и др., 2012; Овчарова А.Н., 2021), лизоцим является ферментом неспецифической защиты организма, ответственным за специфический иммунитет. Таким образом, активность лизоцима в крови является важным показателем состояния системы неспецифической защиты организма.

При изучении содержания лизоцима в крови отмечено достоверное его повышение к концу опыта ($P \leq 0,001$) у кроликов группы I – ХЛ, получавших с кормом суспензию кормовой добавки «Хлорелакт» в дозе 0,05 л/кг, а концентрация лизоцимной активности превысила контрольный уровень на 11,92%. У животных группы II – ЛВ, в рацион которых была включена кормовая добавка «Лактувет-1», уровень лизоцима в сыворотке крови превысил его уровень в сыворотке крови контрольной на 10,59% ($P \leq 0,001$).

Данное изменение происходило наряду с повышением фагоцитарной активности сыворотки крови. Этот показатель в крови кроликов обеих опытных групп достоверно превышал

аналогичный в контрольной группе: группе I – ХЛ – на 3,79% ($P \leq 0,001$), группе II – ЛВ – на 2,90% ($P \leq 0,01$) соответственно.

Некоторые исследователи выделяют положительное воздействие пребиотических препаратов на основе лактулозы на иммунную систему организма. Этот эффект обусловлен коррекцией состава кишечной микрофлоры и стимуляцией роста бифидобактерий (Темираев В.Х. и др., 2017; Горлов И.Ф. и др., 2022). Также существует мнение, что включение пребиотиков и пробиотиков в рационы животных способствует предотвращению заболеваний желудочно-кишечного тракта, восстановлению нормальной микрофлоры кишечника, а также поддержанию здоровья и укреплению естественной резистентности организма (Овчарова А.Н., 2021). Это достигается модуляцией микробиоты и увеличением уровня фагоцитарной, бактерицидной и лизоцимной активности нейтрофилов, а также повышением уровня гамма-глобулинов в сыворотке крови (Волшенкова Е.С. и Фролов Д.И., 2018; Курчаева Е.Е. и др., 2023).

Установлено, что у взрослых кроликов, которые потребляют стандартный рацион, в слепой кишке преобладают палочковидные формы бактерий, составляя 90,7% от общего числа видов. Общее количество микроорганизмов в содержимом слепой кишки кроликов колеблется в пределах от 1 до 10 миллиардов в 1 грамме содержимого. Показатели общего микробного числа приведены в таблице 2.

Таблица 2. Общее микробное число содержимого слепых отростков кроликов по итогам опыта, ($M \pm m$), $n=3$

Table 2. The total microbial number of the contents of blind processes of rabbits according to the results of the experiment, ($M \pm m$), $n = 3$

Группа Group	Общее микробное число Total microbial number
Контроль Control	10,75 ($\pm 5,6$) $\times 10^5$
I – ХЛ I – ChL	12,23 ($\pm 4,8$) $\times 10^5$
II – ЛВ II – LV	11,58 ($\pm 5,4$) $\times 10^5$

Исходя из полученных данных, можно отметить, что количество микроорганизмов в слепых отростках опытной группы II – ЛВ и контрольной уступало на 5,61 и 13,76% пробам слепых отростков, полученных от опытной группы кроликов I – ХЛ, потреблявших добавку «Хлорелакт», и являлось наибольшим. Процентное соотношение некоторых таксонов в слепых отростках кроликов экспериментальных групп приведено на рисунке 1.

Среди доминирующих видов можно выделить *Bacteroides*, *Peptococcus* и *Bifidobacterium*. Бактерии кишечной группы, такие как *E. coli*, *Enterococcus faecalis* и *Lactobacillus*, представлены в меньших количествах. Также встречаются *Megasphaera elsdenii*, азотфиксирующие *Clostridium butyricum* и представители рода *Methanogenes*.

Анализируя данные рисунка 1, можно сделать вывод, что количество патогенных и нежелательных бактерий как в опытных, так и в контрольной группах находилось в пределах нормы и не имело достоверных различий, кроме снижения количества бактерий рода *Selenomonadales* в 1,4 раза.

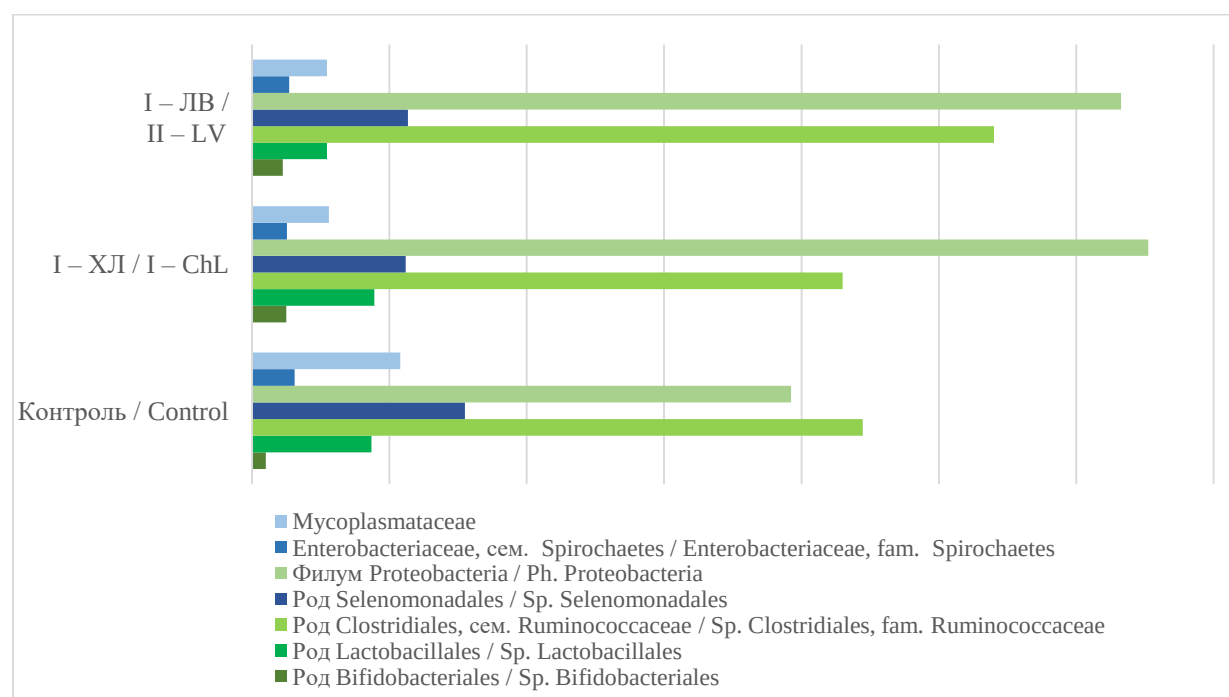


Рисунок 1. Процентное соотношение некоторых таксонов

в слепых отростках кишечника кроликов

Figure 1. Percentage ratio of some taxa in the blind processes of rabbit intestines.

Выявлено, что у кроликов обеих опытных групп по сравнению с животными контрольной достоверно возросло в 2-2,5 раза количество бифидо- и лактобактерий, которые отвечают за подавление нежелательной микрофлоры (Захарова Ю.В. и Леванова Л.А., 2018).

Наибольший абсолютный прирост живой массы наблюдался у кроликов группы I – ХЛ, потреблявших с кормом изучаемую кормовую добавку «Хлорелакт» в виде суспензии в дозе 0,05 л/кг в течение всего периода опыта, по сравнению с абсолютным приростом живой массы контрольной группы. В период 45-60-дневного возраста у кроликов как контрольной, так и обеих опытных групп абсолютный прирост живой массы был наименьшим, а по окончании опыта по абсолютному приросту сверстники контрольной группы с высокой достоверностью уступали обеим опытным на 8,83 ($P \leq 0,001$) и 7,08% ($P \leq 0,01$) соответственно. Результаты систематизированы на рисунке 2.

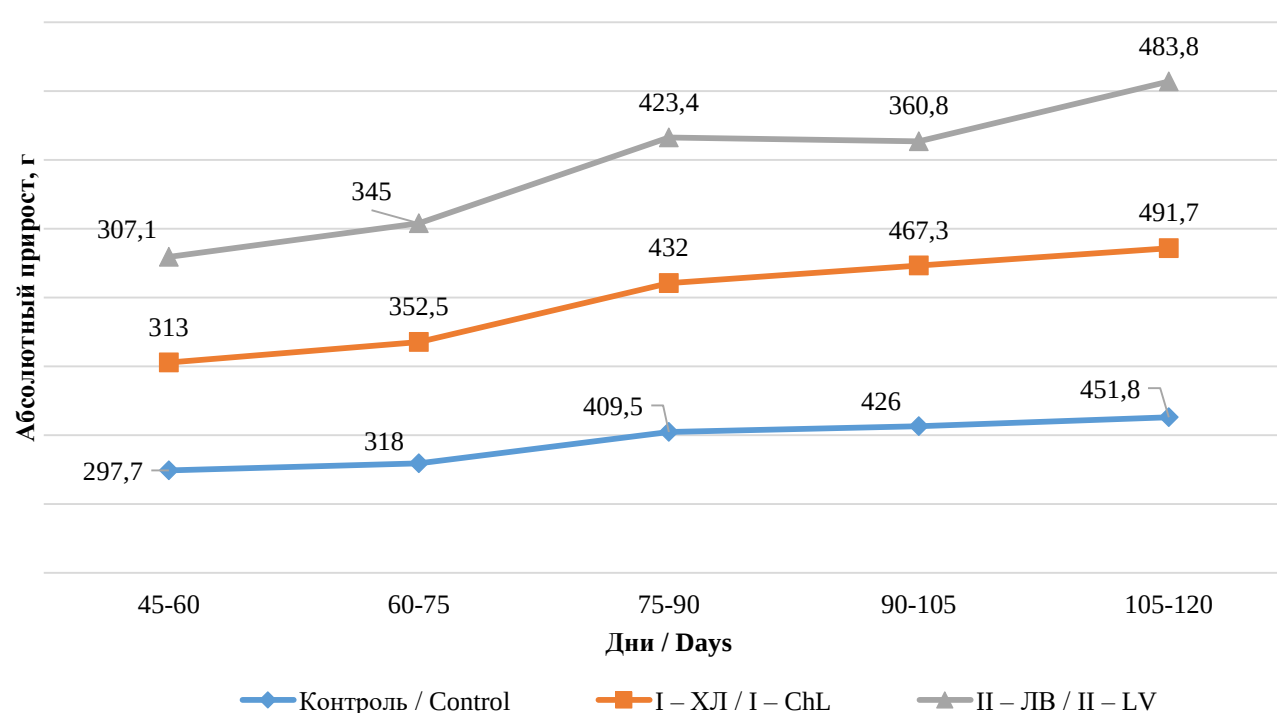


Рисунок 2. Абсолютный прирост живой массы испытуемых кроликов

за период опыта, г

Figure 2. The absolute increase in the live weight of the tested rabbits over the period of the experiment, g

За период откорма в контрольной и опытной I – ХЛ группах показатель абсолютного прироста по периодам взвешивания увеличивался практически равномерно, при этом в группе кроликов II – ЛВ, потреблявших с кормом добавку «Лактувет-1» в возрастной период 90-105 дней было отмечено некоторое снижение интенсивности роста животных по сравнению со значением этого показателя для других кроликов-сверстников, а затем на окончательном этапе откорма наблюдалось увеличение скорости их роста, что можно объяснить или погрешностью измерения при взвешивании, или свойствами испытуемой добавки.

Заключение. Таким образом, по результатам научно-практического опыта и проведенных лабораторных исследований можно сделать вывод, что использование при выращивании кроликов на откорме комбикорма, изготовленного с вводом перед гранулированием новой белково-пребиотической добавки «Хлорелакт» в виде суспензии в дозе 0,05 л/кг, способствует повышению естественной резистентности организма, а также развитию колоний полезной микрофлоры и поддержанию оптимального pH в ЖКТ кроликов, что позволяет повысить конверсию корма и увеличить среднесуточный прирост на 8,12%.

Благодарность: Работа выполнена в рамках государственного задания и гранта РФФИ 22-16-00041, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: The work was carried out within the framework of the state assignment and the grant of RSF 22-16-00041, VRIMMP.

Список источников

1. Велькина Л.В. Мировые тенденции развития кролиководства // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 3. С. 93-98. <https://doi.org/10.32651/193-93>.
2. Влияние кормовой добавки «Лактувет-1» на яичную продуктивность перепелов / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.А. Мосолов, О.П. Шахбазова, Р.Г. Раджабов // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (45). С. 84-92.
3. Влияние биологически активных препаратов на процессы пищеварительного метаболизма / В.Х. Темираев, М.М. Шахмурзов, О.О. Гетоков, А.А. Баева, М.З. Фарниева, Д.О. Сенцова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54, № 3. С. 66-71.
4. Волшенкова Е.С., Фролов Д.И. Возможность применения суспензии хлореллы как альтернатива антибиотикам в животноводстве // Инновационная техника и технология. 2018. Т. 5, № 2. С. 19-22.
5. Выращиваем бройлеров без антибиотиков / М.И. Сложенкина, М. Фролова, С.С. Курмашева, А.В. Рудковская // Животноводство России. 2021. № 7. С. 9-11. <https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.51.93.009>.
6. Захарова Ю.В., Леванова Л.А. Современные представления о таксономии, морфологических и функциональных свойствах бифидобактерий // Фундаментальная и клиническая медицина. 2018. № 3 (1). С. 90-101. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2018-3-1-90-101>.
7. Майоров А.И., Скрябин С.О. Влияние пробиотиков оралин 35G и Ветом 2 на показатели неспецифической резистентности организма кроликов // Кролиководство и звероводство. 2011. № 6. С. 28-32.

8. Овчарова А.Н. Влияние пробиотической кормовой добавки на физиологические и зоотехнические показатели кроликов калифорнийской породы // Сборник научных трудов КНИЦЗВ. 2021. Т. 10, № 1. С. 174-178. <https://doi.org/10.48612/gme2-6pm7-d846>.
9. Подходы к повышению продуктивности и качества продукции на основе применения биодобавок в отрасли промышленного кролиководства / Е.Е. Курчаева, А.В. Вострилов, А.Н. Звягин, А.С. Шперов, А.А. Мосолов, О.А. Княжеченко // Известия НВ АУК. 2023. № 3 (71). С. 275-289. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-28>.
10. Саруханов В.Я., Исамов Н.Н., Колганов И.М. Метод определения лизоцимной активности крови у сельскохозяйственных животных // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 2. С. 119-122.
11. Эффективность введения суспензии хлореллы в рацион кроликов / В.Д. Фролова, В.В. Зайцев, Л.М. Зайцева, М.С. Сеитов // Известия Оренбургского ГАУ. 2019. № 6 (80). С. 292-296.
12. Abdel-Khalek AE et al. Mitigation of endogenous oxidative stress and improving growth, hemato-biochemical parameters, and reproductive performance of Zaraibi goat bucks by dietary supplementation with *Chlorella vulgaris* or/and vitamin C // Trop Anim Health Prod. 2023. Vol. 13, 55(4). Article number 267. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03657-6>.
13. Abdelnour SA et al. Impacts of enriching growing rabbit diets with *Chlorella vulgaris* microalgae on growth, blood variables, carcass traits, immunological and antioxidant indices // Animals. 2019. Vol. 9(10). Article number 788. <https://doi.org/10.3390/ani9100788>.
14. Ayyat MS, Al-Sagheer AA, Abd El-Latif KM, Khalil BA. Organic selenium, probiotics, and prebiotics effects on growth, blood biochemistry, and carcass traits of growing rabbits during summer and winter seasons // Biological trace element research. 2018. Vol. 186. P. 162-173. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1293-2>.
15. Kvartnikov MP, Kvartnikova EG. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 848. Article number: 01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
16. Roques S, Koopmans SJ, Mens A, van Harn J, van Krimpen M, Kar SK. Effect of Feeding 0.8% Dried Powdered *Chlorella vulgaris* Biomass on Growth Performance, Immune Response, and Intestinal Morphology during Grower Phase in Broiler Chickens // Animals (Basel). 2022. Vol. 12 (9). Article number: 1114. <https://doi.org/10.3390/ani12091114>.
17. Sikiru AB, Arangasamy A, Alemode IC, Guvvala PR, Egena SSA, Ippala JR, Bhatta R. *Chlorella vulgaris* supplementation effects on performances, oxidative stress and antioxidant genes expression in liver and ovaries of New Zealand White rabbits // Heliyon. 2019. Vol. 14. N 5(9). Article number: 02470. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02470>.
18. Tsiplakou E et al. The effect of dietary *Chlorella vulgaris* inclusion on goat's milk chemical composition, fatty acids profile and enzymes activities related to oxidation // J Anim Physiol Anim Nutr. 2018. Vol. 102(1). P. 142-151. <https://doi.org/doi.org/10.1111/jpn.12671>.

References

1. Velkina LV. Global trends in development of rabbit breeding. *Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*. 2019;(3):93-98. (In Russ.). <https://doi.org/10.32651/193-93>.

2. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Shakhbazova OP, Radzhabov RG. The effect of the feed additive "Laktuvet-1" on the egg productivity of quails. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Don State Agrarian University*. 2022;45(3):84-92. (In Russ.).
3. Temiraev VKh, Shakhmurzov MM, Getokov OO, Baeva AA, Farnieva MZ, Sentsova DO. Influence of biologically active preparations on the processes of quails' digestive metabolism. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017;54(3):66-71. (In Russ.).
4. Volshenkova ES, Frolov DI. The possibility of application of a suspension of chlorella as an alternative to antibiotics in livestock. *Innovacionnaya tekhnika i tekhnologiya = Innovative machinery and technology*. 2018;5(2):19-22. (In Russ.).
5. Slozhenkina MI, Frolova M, Kurmasheva SS, Rudkovskaya AV. Growing broilers without antibiotics. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal Husbandry of Russia*. 2021;(7):9-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.51.93.009>.
6. Zakharova YuV, Levanova LA. Current opinion on taxonomy, morphological, and functional properties of bifidobacteria. *Fundamental'naya i klinicheskaya medicina. = Fundamental and Clinical Medicine*. 2018;3(1):90-101. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2018-3-1-90-101>.
7. Majorov AI, Skryabin SO. Effect of probiotics Oralin 35G and Vetom 2 on indicators of nonspecific resistance of an organism of rabbits. *Krolikovodstvo i zverovodstvo = Rabbit breeding and fur farming*. 2011;(6):28-32. (In Russ.).
8. Ovcharova AN. Effect of probiotic feed additive on physiological and zootechnical parameters of California rabbits. *Sbornik nauchnyh trudov KNCZV = Collection of scientific papers of KRCAHVM*. 2021;10(1):174-178. (In Russ.). <https://doi.org/10.48612/gme2-6pm7-d846>.
9. Kurchaeva EE, Vostroilov AV, Zvyagin AN, Shperov AS, Mosolov AA, Knyazhechenko OA. Approaches to improving productivity and products quality of based on the use of dietary supplements in the industrial rabbit breeding industry. *Izvestiya NV AUK = Proc. of the Lower Volga AgroUniversity Comp*. 2023;71(3):275-289. (In Russ.). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2023-03-28>.
10. Sarukhanov VYa, Isamov NN, Kolganov IM. Method for detection of blood lysozyme activity in agricultural animals. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural biology*. 2012;(2):119-122. (In Russ.).
11. Frolova VD, Zaitsev VV, Zaitseva LM, Seitov MS. The effectiveness of imposing suspensions chlorella in diet of rabbits. *Izvestiya Orenburgskogo GAU = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019;80(6):292-296. (In Russ.).
12. Abdel-Khalek AE et al. Mitigation of endogenous oxidative stress and improving growth, hemato-biochemical parameters, and reproductive performance of Zaraibi goat bucks by dietary supplementation with *Chlorella vulgaris* or/and vitamin C. *Trop Anim Health Prod*. 2023;(55):267. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03657-6>.
13. Abdelnour SA et al. Impacts of enriching growing rabbit diets with *Chlorella vulgaris* microalgae on growth, blood variables, carcass traits, immunological and antioxidant indices. *Animals*. 2019;10(9):788. <https://doi.org/10.3390/ani9100788>.
14. Ayyat MS, Al-Sagheer AA, Abd El-Latif KM, Khalil BA. Organic selenium, probiotics, and prebiotics effects on growth, blood biochemistry, and carcass traits of growing rabbits during summer and winter seasons. *Biological trace element research*. 2018;(186):162-173. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1293-2>.

15. Kvartnikov MP, Kvartnikova EG. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(848):01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
16. Roques S, Koopmans SJ, Mens A, van Harn J, van Krimpen M, Kar SK. Effect of Feeding 0.8% Dried Powdered *Chlorella vulgaris* Biomass on Growth Performance, Immune Response, and Intestinal Morphology during Grower Phase in Broiler Chickens. *Animals (Basel)*. 2022;12(9):1114. <https://doi.org/10.3390/ani12091114>.
17. Sikiru AB, Arangasamy A, Alemde IC, Guvvala PR, Egena SSA, Ippala JR, Bhatta R. *Chlorella vulgaris* supplementation effects on performances, oxidative stress and antioxidant genes expression in liver and ovaries of New Zealand White rabbits. *Heliyon*. 2019;9(5):02470. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02470>.
18. Tsiplakou E et al. The effect of dietary *Chlorella vulgaris* inclusion on goat's milk chemical composition, fatty acids profile and enzymes activities related to oxidation. *J Anim Physiol Anim Nutr*. 2018;102(1):142-151. <https://doi.org/doi.org/10.1111/jpn.12671>.

Вклад авторов: Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за некорректное цитирование, самоцитирование и возможное недобросовестное цитирование.

Contribution of the author's: All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for incorrect citation, self-citation and possible plagiarism.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Горлов Иван Федорович – главный научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, 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/0000-0002-8683-8159>;

Мосолов Александр Анатольевич – главный научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, 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/0000-0002-4927-7065>;

Княжеченко Ольга Андреевна – младший научный сотрудник отдела по хранению и переработке продукции животноводства, 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/0000-0003-1508-2179>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Ivan F. Gorlov – Chief Researcher, Livestock Production Department, 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/0000-0002-8683-8159>;

Alexandr A. Mosolov – Chief Researcher, 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: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4927-7065>;

Olga A. Knyazhechenko – Junior Researcher, Department for Storage and Processing of Livestock Products, 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/0000-0003-1508-2179>.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 29.11.2023;
одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 20.12.2023;
принята к публикации / accepted for publication: 22.12.2023

Обзорная статья / Review article

УДК 636.084

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-24-42-57

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОРМОВЫХ СРЕДСТВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ

RESULTS OF USING MODERN FEED MEANS IN ANIMAL HUSBANDRY AND POULTRY FARMING

¹Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН

¹Александр А. Мосолов, доктор биологических наук

¹Александр Н. Струк, доктор сельскохозяйственных наук

²Алиреза Сейдави, доктор наук

¹Ольга А. Княжеченко, аспирант

¹Алена О. Громова, аспирант

¹Marina I. Slozhenkina, Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS

¹Alexander A. Mosolov, Dr. Sci. (Biology)

¹Alexander N. Struk, Dr. Sci. (Agriculture)

²Alireza Seidavi, Dr. Sci.

¹Olga A. Knyazhechenko, Graduate Student

¹Alyona O. Gromova, Graduate Student

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции», Волгоград

²Исламский университет Азад, Раштский филиал, Рашт, Иран

¹Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

²Islamic Azad University, Rasht Branch, Rasht, Iran

Контактное лицо: Сложенкина Марина Ивановна, руководитель проекта РНФ 21-16-00025, директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>.

Для цитирования: Сложенкина М.И., Мосолов А.А., Струк А.Н., Сейдави Алиреза, Княжеченко О.А., Громова А.О. Результаты применения современных кормовых средств в животноводстве и птицеводстве // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 24, № 4. С. 42-57. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-42-57>.

Principal Contact: Marina I. Slozhenkina, Project Manager of RSF 21-16-00025, Director, 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; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>.

For citation: Slozhenkina M.I., Mosolov A.A., Struk A.N., Seidavi Alireza, Knyazhechenko O.A., Gromova A.O. Results of using modern feed means in animal husbandry and poultry farming. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;24(4):42-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-42-57>.

Резюме.

Цель. Изучение и формирование новых подходов к разработке и обоснованию принципов, методов и алгоритмов производства продукции животноводства без использования кормовых антибиотиков.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись: цыплята-бройлеры кросса Росс 308, перепелки эстонской породы, гибридные кролики, баранчики эдильбаевской породы, крысы лабораторные, а также разработанные кормовые добавки. При проведении исследова-

ний все опыты проведены с учетом принципов биоэтики. Исследования выполнены стандартизованными методами в аккредитованных лабораториях. Достоверность результатов подтверждается их обработкой статистическими методами.

Обсуждение. На основании полученных результатов можно сделать вывод о положительном воздействии изученных кормовых добавок. Научно-практические опыты подтвердили их эффективность в кормлении птицы, кроликов, и экспериментально было доказано стимулирующее и стабилизирующее действие на организм испытуемых животных и птицы, что способствовало повышению показателей резистентности, мясной продуктивности и, как следствие, получению безопасного животноводческого сырья.

Заключение. По результатам проведенных исследований экспериментально подтверждена целесообразность применения различных растительных экстрактов и биофлавоноидов, кормовых добавок, содержащих альфа-монолаурин и комплекс органических кислот, пребиотиков на основе лактулозы при выращивании сельскохозяйственных животных и птицы.

Ключевые слова: птицеводство, кролиководство, баранчики, спирулина, лактулоза, селен, йод, биофлавоноиды

Abstract

Purpose. Study and formation of new approaches in the development and justification of principles, methods and algorithms for the production of livestock products without the use of feed antibiotics.

Materials and Methods. The objects of the study were: broiler chickens of the Ross 308 cross, quails of the Estonian breed, hybrid rabbits, sheep of the Edilbaev breed, laboratory rats and developed feed additives. During the research, all experiments were conducted taking into account the principles of bioethics. The research was carried out using standardized methods in accredited laboratories. The reliability of the results is confirmed by their processing by statistical methods.

Discussion. Based on the results obtained, it can be concluded that the studied feed additives have a positive effect. Scientific and practical experiments have confirmed their effectiveness in feeding poultry and rabbits, and experimentally proved a stimulating and stabilizing effect on the body of the animals and poultry, which contributed to an increase in resistance, meat productivity and, as a result, the production of safe livestock raw materials.

Conclusion. According to the results of the conducted studies, the expediency of using various plant extracts and bioflavonoids, feed additives containing alpha-monolaurin and a complex of organic acids, lactulose-based prebiotics in the cultivation of farm animals and poultry has been experimentally confirmed.

Keywords: poultry, rabbits, sheep, spirulina, lactulose, selenium, iodine, bioflavonoids

Введение. При разработке проекта, выполняемого под эгидой Российского научного фонда, авторским коллективом была поставлена конкретная фундаментальная задача по разработке и научному обоснованию принципов и методов производства продукции животного происхождения без применения кормовых антибиотиков. Использование современных промышленных технологий, как в нашей стране, так и за рубежом, предусматривает применение и лекарственных препаратов, и антибиотиков. При выращивании сельскохозяйственных животных и птицы их могут использовать не только для лечения и профилактики различных болезней бактериальной этиологии, но и в качестве кормовых добавок, способных стимулировать рост и развитие молодняка, положительно влияющих на сохранность и продуктивность поголовья молодняка и взрослых особей.

Из-за частого применения антибиотиков в животноводстве их эффективность снижается, что приводит к обеднению полезной кишечной микрофлоры у животных. В результате

это способствует накоплению измененных штаммов микроорганизмов в организме. Грамположительные бактерии теряют свою активность, а грамотрицательные становятся более вирулентными. Это приводит к увеличению циркуляции резистентных бактерий в хозяйствах, оказывая в том числе негативный экологический эффект. Нарушения защитных механизмов (физиологических, иммунологических) организма животных способствуют развитию инфекционных процессов, вызванных как собственными патогенными микроорганизмами, так и бактериями окружающей среды (Dhama K et al., 2015; Сложенкина М.И. и др., 2021). В связи с этим исследования по созданию и испытанию новых видов кормовых добавок на основе пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков, фитобиотиков, органических, природных и растительных компонентов приобретают важное научно-практическое значение.

Целью нашей работы в рамках проекта Российского научного фонда являлось изучение и формирование новых подходов к разработке и обоснованию принципов, методов и алгоритмов производства продукции животноводства без использования кормовых антибиотиков.

Материалы и методы. В соответствии с поставленной целью, на очередной этап выполнения проекта были поставлены следующие задачи:

- продолжить эксперименты по разработке и тестированию новых видов кормовых добавок, включающих пробиотики, пребиотики, синбиотики, фитобиотики, органические, натуральные и растительные компоненты;
- оценить влияние кормовых добавок на состав крови, показатели иммунитета и естественную защиту организма у кроликов и птицы;
- определить воздействие исследуемых кормовых добавок на кишечную микрофлору, иммунологические показатели, пищеварение, здоровье и продуктивность животных и птицы.

В ходе проведения ряда научно-практических опытов, лабораторных испытаний в рамках исследовательского проекта, были использованы лабораторные животные. Перед началом работы была создана комиссия по биоэтике и утверждены этические принципы, соответствующие Европейской конвенции о защите животных, используемых в научных исследованиях. При проведении научно-практических опытов мы следовали принципу минимального количества задействованных животных, сохраняя при этом репрезентативность выборки и обеспечивая достоверность результатов исследований. Животные находились под постоянным наблюдением квалифицированного персонала в соответствии с принципами «гуманности», исключая любые формы жестокости и недопустимого обращения.

Экспериментальные исследования по определению динамики роста, убойных показателей, а также биохимических и морфологических показателей крови проведены в аналитической лаборатории ГНУ НИИММП (г. Волгоград, Россия) при помощи стандартизованных методов исследований. Расчет основных показателей производили по общепринятым методикам. Состав микробиома слепых отростков кишечника определяли в лаборатории молекулярной генетики и геномики птицы (МГАВМиБ имени К.И. Скрябина, г. Москва, Россия) при помощи молекулярно-генетического метода – NGS-секвенирования.

При выполнении анализа полученных научных данных результаты подвергали обработке методами вариационной статистики в программе «Excel» («Microsoft», США) с установлением уровней достоверности «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Обсуждение.

Результаты сравнительного изучения кормовых добавок FRA® C12 и «Mega HenOn» в рационах цыплят-бройлеров

Сложенкина М.И. и др. (2021) провели экспериментальные исследования, направленные на изучение динамики роста, показателей убоя, а также биохимических и морфологических параметров крови (таблица 1).

Таблица 1. Схема проведения опыта

Table 1. Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Сравнительное изучение кормовых добавок FRA® C12 и «Mega HenOn» <i>Comparative study of feed additives FRAC® 12 and Mega HenOn</i>	3 группы цыплят-бройлеров кросса Росс 308 суточного возраста по 40 голов в каждой; контрольная группа – стандартный рацион, I опытная – дополнительно кормовую добавку FRA® C12 (2 кг/т корма), II опытная – «Mega HenOn» (4 кг/т корма) <i>3 groups of Ross 308 day-old broiler chickens with 40 heads each; control group – standard diet, I experimental – additional feed additive FRA® C12 (2 kg / ton of feed), II experimental – "Mega HenOn" (4 kg / ton of feed)</i>	Научно-исследовательский центр (ГК «МЕГАМИКС» и ВолГАУ), ГНУ НИИММП <i>Scientific Research Center (LLC "MEGAMIX" and VolGAU), VRIIMMP</i>

При введении инновационных кормовых добавок FRA® C12 и «Mega HenOn» в рационы цыплят-бройлеров кросса Росс 308 было отмечено увеличение переваримости и усвоения питательных веществ, поддержание положительного баланса азота, кальция и фосфора в организме, что положительно сказалось на мясной продуктивности и качественных характеристиках грудных мышц.

Эксперимент показал, что отечественная добавка «Mega HenOn» оказала более эффективное воздействие на биоконверсию корма. В течение всего периода эксперимента цыплята-бройлеры из опытных групп развивались согласно стандартным показателям кросса Росс 308, однако уже через 14 дней после начала использования добавок разница в живой массе между опытными и контрольной группами была значительной. К концу опыта в возрасте 35 дней разница веса составила 76,4 и 109,5 г. Также сократилось потребление корма на 1 кг прироста в опытных группах. Анализ химического состава грудных мышц показал увеличение содержания сухого вещества, белка и золы в опытных группах и снижение содержания жира. Достоверное увеличение белка в I опытной группе составило 1,09% ($P \leq 0,01$), во II опытной – 1,15% ($P \leq 0,01$). Содержание жира в опытных группах снизилось на 0,69 ($P \leq 0,05$) и 0,76% ($P \leq 0,05$) по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе, что повлекло за собой снижение энергетической ценности мяса на 8,25 ($P \leq 0,05$) и 9,03 КДж/100 г ($P \leq 0,05$), что согласуется также с исследованиями отечественных ученых (Готовский Д.Г. и Бирман Б.Я., 2009; Гончаров А.Т. и Хамидуллин Т.Н., 2012). В результате исследований также было выявлено, что изучаемые кормовые добавки на основе альфа-монолаурина и комплекса органических кислот положительно влияют на рост полезной микрофлоры в слепых отростках кишечника цыплят-бройлеров опытных групп. Преимущество по этому показателю отмечено у опытных групп – он достоверно превышал значения у контроля на 29,3 и 35,7% соответственно.

Результаты применения экстракта и порошка зеленого чая в рационе цыплят-бройлеров, зараженных кокцидиозом

Как известно, зеленый чай обладает гипохолестеринемическим действием, особенно в отношении холестерина ЛПНП. Зеленый чай снижает уровень липопротеиновой липазы и жировой триглицеридной липазы (Abdo ZMA et al., 2010; Alimohammadi-Saraei MH et al., 2014).

Считается, что этот эффект зеленого чая обусловлен тем, что полифенолы способствуют обратному переносу холестерина, а именно – холестерин удаляется из периферических тканей и доставляется в печень, уменьшая поглощение холестерина организмом. Biswas МАН and Wakita М (2001), Jelveh K et al. (2022) обнаружили, что 1,5 г/кг зеленого чая значительно снижает уровень триглицеридов и общего холестерина в плазме крови по сравнению с контрольной группой.

В наших исследованиях мы провели сравнительное изучение использования зеленого чая в различных комбинациях (экстракт и сухой порошок зеленого чая) в рационах цыплят-бройлеров. Схема опыта представлена в таблице 2. Экстракт зеленого чая был приготовлен путем нагревания 100 г сухих листьев чая с 200 мл дистиллированной воды при 80°С в течение 10 минут. Порошок зеленого чая получали путем измельчения и пропускания через сито 0,5 мм.

Таблица 2. Схема проведения опыта

Table 2. Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Экстракт и порошок зеленого чая в рационе цыплят-бройлеров, зараженных кокцидиозом	360 суточных самцов цыплят-бройлеров кросса Росс 308, распределенные на 8 групп, с 3 повторениями по 15 голов: (К) (отрицательный контроль): без добавок; группа 2 (ПК) (положительный контроль): коммерческий кокцидиостат (Салиномицин 0,5 г/кг (Rooyan Darou Co); группа 3: ПК + 0,2 г/кг экстракта зеленого чая (ЗЧ); группа 4: ПК + 0,3 г/кг экстракта ЗЧ; группа 5: ПК + 0,4 г/кг экстракта ЗЧ; группа 6: ПК + 1 г/кг порошка ЗЧ; группа 7: ПК + 2 г/кг порошка ЗЧ; группа 8: ПК + 3 г/кг порошка ЗЧ	Лаборатория ГНУ НИИММП, факультет зоологии, Рештский филиал Исламского университета Азад
<i>Extract and powder of green tea in the diet of broiler chickens infected with coccidiosis</i>	<i>360 day-old male broiler chickens of the Ross 308 cross, divided into 8 groups, with 3 repetitions of 15 heads: (NC) (negative control): without additives; group 2 (PC) (positive control): commercial coccidiostat (Salinomycin 0.5 g / kg (Rooyan Darou Co); group 3: PC + 0.2 g / kg of green tea extract; group 4: PC + 0.3 g / kg of HP extract; group 5: PC + 0.4 g / kg of HP extract; group 6: PC + 1 g / kg of HP extract; group 7: PC + 2 g / kg of HP extract; group 8: PC + 3 g / kg of HP extract</i>	<i>Laboratory of the VRIIMMP, Faculty of Zoology, Rasht Branch of the Islamic Azad University</i>

Не было отмечено значительного влияния зеленого чая на вес туши, а также на вес грудки и желудочков в % от веса туши. Однако вес желудочков был увеличен при трех самых высоких показателях включения порошка зеленого чая по сравнению с другими опытными группами. Вес кишечника был наибольшим при самой высокой норме включения порошка ЗЧ, а также был больше при второй по величине норме включения, чем при контроле

и более низкой норме добавления ЗЧ. Абдоминальный жир был наибольшим в двух контрольных вариантах и уменьшался по мере включения зеленого чая в рационы.

Jelveh K et al. (2022) отметили, что в результате научно-практического опыта было установлено преимущество включения зеленого чая в рацион бройлеров: увеличение прироста веса, улучшение конверсии корма, снижение уровня холестерина, а также количества патогенных бактерий в толстом кишечнике. По нашему мнению, данный эффект зеленого чая предположительно обусловлен прямым воздействием на морфологию слизистой оболочки кишечника, способствуя росту ворсинок и бокаловидных клеток, в связи с чем толщина эпителия уменьшается. Результаты также подтверждают предыдущие исследования, которые отметили благотворное влияние зеленого чая в качестве кормовой добавки на повышение производственных показателей и улучшение состояния здоровья птицы (Biswas MAN and Wakita M, 2001). Наиболее благоприятное воздействие наблюдалось при включении зеленого чая в рацион в концентрации 0,04 г/кг.

Результаты применения Мята перечной (*Mentha piperita* L.) и цикория (*Cichorium intybus* L.) в сравнении с пребиотиком в рационах цыплят на откорме

Мята перечная – одна из старейших традиционных трав, используемых во многих частях мира. Это многолетнее растение содержит около 1,2-1,5% эфирных масел, где основными компонентами масла являются ментол (35-55%), ментон (20-30%) и ментилацетат (3-10%) (Galib A and Al-Kassie M, 2010). Было доказано, что добавление в рацион бройлеров перечной мяты повышает продуктивность и гуморальный иммунный ответ через увеличение числа антителообразующих клеток у птиц. Цикорий содержит ценные уровни фруктоолигосахаридов, инулина, кумаринов, флавоноидов и многих витаминов (Kalia VC et al., 2022).

Результаты проведенных нами исследований (схема опыта представлена в таблице 3) показали, что бройлеры, которых кормили рационами, дополненными *Cichorium intybus*, имели значительно более высокий прирост массы тела ($P \leq 0,05$) и улучшали конверсию корма по сравнению с другими группами в разные периоды выращивания. Пребиотик, использованный в настоящем исследовании, а также лекарственные растения (мята перечная и цикорий) улучшили показатели роста бройлеров, оказали положительное влияние на состав крови и микрофлору кишечника (Tufarelli V et al., 2022).

Таблица 3. Схема проведения опыта

Table 3. Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Мята перечная (<i>Mentha piperita</i> L.) и цикорий (<i>Cichorium intybus</i> L.) в сравнении с пребиотиком Fermacto™ <i>Peppermint (Mentha piperita L.) and chicory (Cichorium intybus L.) in comparison with the Fermacto prebiotic</i>	320 суточных цыплят-бройлеров; опыт длился 42 дня: контроль (основной рацион – ОР); I опытная – ОР+ пребиотик (Фермакто™); II – ОР + 0,1% порошка перечной мяты; III – ОР + 0,1% порошка цикория <i>320 day-old broiler chickens; the experiment lasted 42 days: control (basic ration – BR); I experimental – BR+ prebiotic (Fermakto™); II – BR + 0.1% peppermint powder; III – BR + 0.1% chicory powder</i>	Лаборатория ГНУ НИИММП, факультет зоологии, Рештский филиал Исламского университета Азад <i>Laboratory of VRIIMMP, Faculty of Zoology, Rasht Branch of the Islamic Azad University</i>

Изучение эффективности бифидогенных лактулозосодержащих кормовых добавок в рационах кроликов и перепелов

Были разработаны новые кормовые добавки с разным содержанием лактулозы (Кумелакт-1 и Лактувет-1) и исследовано их влияние на рост, развитие и состав микробиома кишечника кроликов. Так, по данным Горлова И.Ф. и др. (2022), Кумелакт-1 – кормовая добавка, состоящая из муки из пророщенных семян тыквы с добавлением 10% сухой лактулозы и 0,5% яблочной кислоты; Лактувет-1 – кормовая добавка из сухой молочной мелассы, содержащая 21,6% лактулозы, соли кальция, фосфора и магния и многие другие микроэлементы. Схема опытов с применением разработанных добавок представлена в таблице 4. Результаты исследований показали, что введение в рационы изучаемых кормовых добавок оказало ростостимулирующее действие, к концу опыта кролики опытных групп превосходили контроль на 5,1 и 5,3% соответственно. Анализ лабораторных данных состава микробиоты показал увеличение количества бактерий родов *Lactobacillales* и *Bifidobacteriales* и в филуме *Actinobacteria* в образцах опытных групп в 3,1 и 3,2 раза по сравнению с контролем. Установлено, что количество бактерий семейства *Ruminococcaceae*, ответственных за расщепление углеводов, в слепой кишке кроликов опытных групп превосходило контрольную на 10,8 и 11,5%. В обеих опытных группах количество бактерий семейства *Enterobacteriaceae* уменьшилось в 4,5 раза, а количество бактерий филума *Tenericutes* – в 2,6 раз в сравнении с контрольной группой.

Таблица 4. Схема проведения опытов применения разработанных бифидогенных добавок

Table 4. The scheme of conducting experiments on the use of the developed bifidogenic additives

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Бифидогенная добавка «Лактувет-1» <i>Bifidogenic supplement "Laktuvet-1"</i>	Две группы перепелок эстонской породы (<i>Coturnix japonica</i>) по 80 голов в каждой: контроль получал основной рацион (ОР); опытная – ОР + 0,5% Лактувет-1. Опыт – 25 недель, начиная с 8-недельного возраста (56 дней)	Перепелиное хозяйство ООО «Ростов-Дон» (г. Новочеркасск, Ростовская область), ГНУ НИИММП <i>The quail farm of Rostov-Don LLC (Novocherkassk, Rostov region), VRIIMMP</i>
	Кролики гибридной мясной породы (<i>Калифорнийская X Белый великан</i>), 45 голов, три группы, по 15 голов в группе. Контроль получал только основной рацион (ОР); I опытная – ОР + 0,5% Лактувет-1; II опытная – ОР + 0,6% Кумелакт-1. Rabbits of a hybrid meat breed (<i>California X White Giant</i>), 45 heads, 15 heads in each group. The control received only the basic ration (BR); I experimental – BR + 0.5% Laktuvet-1; II experimental – BR + 0.6% Kumelact-1. Experience from 40 days of age – 75 days	Хозяйство по разведению кроликов, ГНУ НИИММП <i>Farm for the breeding of rabbits, VRIIMMP</i>

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что в данном опыте действие корма было обусловлено, в том числе, влиянием лактулозосодержащих кормовых добавок. Они способствовали повышению мясной продуктивности подопытных кроликов, оказав стимулирующее и стабилизирующее действие на качественный и количественный состав микробиома кишечника. Полученные в данном эксперименте результаты согласуются с исследованиями российских и зарубежных ученых, проводивших испытания по применению пребиотических кормовых добавок в рационах откорма кроликов (Gidenne T et al., 2019; Kvartnikov MP and Kvartnikova EG, 2021).

Следует также отметить, что использование пребиотических кормовых добавок на основе лактулозы способно повысить мясную продуктивность кроликов, цыплят-бройлеров на откорме (Cho JH and Kim IH, 2014; Rezaei S et al., 2015; Xu C et al., 2018).

Также было изучено влияние новой кормовой добавки Лактувет-1 на яйценоскость перепелов. Перепела опытной группы достигли 80%-ной яйцекладки в 56-70-суточном возрасте, пик яйцекладки составил 81,5% в 85-91-омсуточном возрасте. У перепелов контрольной группы пик яйцекладки составил 78,9% в 105-112-тисуточном возрасте. Было установлено, что использование кормовой добавки в кормлении перепелов в количестве 0,5% от массы комбикорма способствовало увеличению интенсивности яйцекладки. Наивысшая интенсивность яйцекладки за период исследований наблюдалась у перепелов опытной группы – 77,4%, что выше на 2,6% относительно сверстников из контрольной. Стоит отметить, что сохранность поголовья в опытной группе, получавшей кормовую добавку Лактувет-1, повысилась на 1,25% относительно контроля. Исследования качественного анализа перепелиных яиц показали, что масса яиц в опытной группе, получавшей кормовую добавку Лактувет-1, составила 12,69 г, что на 11,42% выше, чем в контрольной группе. Аналогичные результаты были получены по массе желтка (Горлов И.Ф. и др., 2022). Однако по процентному содержанию белка и желтка в яйце достоверных различий между группами отмечено не было. Проведенные Котаревым В., и др. (2007), Ндайкенгурукийе Д. и др. (2021), Темираевым В.Х. и др. (2017) исследования также доказали, что для более полной реализации генетического потенциала перепелов необходимо включать в их рацион бифидогенные кормовые добавки. По результатам проведенного нами исследования, можно сделать вывод, что кормовая добавка Лактувет-1 способствовала обеспечению устойчивого улучшения физиологического состояния птицы, повышению её продуктивности, качества получаемой продукции, сохранности поголовья.

Результаты изучения влияния расторопши (*Silybum marianum*), морских водорослей (*Spirulina platensis*) и порошков чеснока и куркумы в рационах цыплят-бройлеров, подвергшихся воздействию афлатоксина-B1

Нами были проведены исследования эффективности влияния комплекса биологически активных растительных веществ на показатели роста, гуморальный иммунный ответ и микробиом кишечника бройлеров. Схема опыта представлена в таблице 5. Результаты показали, что загрязненные AFB1 ($P \leq 0,05$) корма оказывали негативное влияние на потребляемость корма. При этом изучаемые порошки снижали пагубное влияние AFB1 на рост цыплят ($P \leq 0,05$). По сравнению с контрольными птицами и другими видами лечения бройлеры, получавшие рацион, зараженный AFB1, имели более высокую относительную массу внутреннего жира ($P \leq 0,05$). Введение AFB1 приводило к значительному повышению активности АСТ и АЛТ ($P \leq 0,05$), в то время как введение порошков значительно снижало активность АСТ и АЛТ в крови у бройлеров. Таким образом, значения биохимических показателей кро-

ви были сопоставимы ($P \leq 0,05$) между опытными группами. Однако в группе Т4 ингибирование AFB1 привело к значениям, близким к контрольным, что говорит о более высокой эффективности лечения в этой группе.

Таблица 5. Схема проведения опыта

Table 5. Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Расторопша (<i>Silybum marianum</i>), морские водоросли (<i>Spirulina platensis</i>), куркума (<i>Curcuma longa</i>), чеснок (<i>Allium sativum</i>)	300 суточных петушков поровну разделены на пять обработок с шестью повторениями, по 10 птиц на обработку Рационы: (Т1) контрольный рацион (без каких-либо кормовых добавок или AFB1 (афлатоксин В1); (Т2) КР + 0,6 мг AFB1/кг; (Т3) Т2 + 10 г/кг (Р); (Т4) Т2 + 1 г/кг (Сп); (Т5) Т2 + 10 г/кг (К+Ч)	Лаборатория ГНУ НИИММП, факультет зоологии, Рештский филиал Исламского университета Азад
Milk thistle (<i>Silybum marianum</i>), seaweed (<i>Spirulina platensis</i>), turmeric (<i>Curcuma longa</i>), garlic (<i>Allium sativum</i>)	300 day-old cockerels are equally divided into five treatments, with six repetitions of 10 birds per treatment Rations: (T1) control ration (without any feed additives or AFB1 (aflatoxin B1); (T2) CR + 0.6 mg AFB1 / kg; (T3) T2 + 10 g / kg (S); (T4) T2 + 1 g / kg (Sp); (T5) T2 + 10 g / kg (C+A)	Laboratory of VRIIMMP, Faculty of Zoology, Rasht Branch of the Islamic Azad University

При исследовании микробной популяции слепой кишки цыплят-бройлеров по сравнению с контролем наблюдалось увеличение ($P \leq 0,05$) популяции кишечной палочки в слепой кишке у птицы, получавшей рацион, загрязненный AFB1; более того, добавление порошков в рацион значительно уменьшало количество кишечных палочек в слепой кишке ($P \leq 0,05$). Добавление порошков на основе расторопши, чеснока, куркумы и спирулины эффективно смягчало негативное воздействие AFB1 на продуктивность и биохимические характеристики крови цыплят-бройлеров (Rashidi N, 2020). В результате рекомендуется использовать их для регулирования воздействия AFB1 и повышения естественной резистентности у цыплят (Alhidary IA et al., 2017; Feshanghchi M et al., 2022).

Результаты биомедицинской оценки антиоксидантных свойств мяса ягненка, обогащенного йодом и селеном

В процессе исследований биомедицинской оценки антиоксидантных свойств мяса баранчиков, обогащенного йодом и селеном, было установлено, что наибольшее содержание йода, а именно: $54,6 \pm 6,8$ мкг/кг и $61,5 \pm 9,6$ мкг/кг, было выявлено в мясе II и III опытных групп соответственно, что в 1,7 и 1,9 раза больше, чем в контрольной группе.

Схема данного эксперимента представлена в таблице 6. Изучение антиоксидантных свойств органических форм йода, селена и их комбинации на крысиной модели острого токсического гепатита показало, что клинические признаки интоксикации развиваются на вторые сутки после применения ксенобиотика. Биохимические показатели сыворотки крови крыс в конце эксперимента свидетельствовали о восстановлении структурно-функциональных свойств гепатоцитов и снижении воспалительно-деструктивных процессов в печени, так как значительное снижение индикаторных печеночных ферментов (АСТ и

АЛТ) было зафиксировано во всех группах крыс, что также согласуется с результатами, полученными зарубежными коллегами (Kong Y et al., 2019).

Таблица 6. Схема проведения опыта

Table 6. Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Кормовые добавки «Йоддар-Zn» и «ДАФС-25» на основе органического кремния («Коретрон») и холоднопрессованного тыквенного жмыха в соотношении 1 кг/100 кг добавки <i>Feed additives "Yoddar-Zn" and "DAFS-25" based on organic silicon ("Coretron") and cold-pressed pumpkin cake in a ratio of 1 kg /100 kg of additives</i>	Первый этап – откорм баранчиков (4 группы баранчиков в возрасте 4 месяцев по 10 голов в каждой) йодсодержащими добавками: контроль – общий рацион (ОР), в I группе – ОР + «Йоддар-Zn» (1%), во II – ОР + «ДАФС 25» (1%), в III – ОР + «Йоддар-Zn» (1%) и «ДАФС 25» (1%). Второй этап – откорм белых крыс (5 групп белых крыс по 10 особей в группе), зараженных токсическим гепатитом, мясом баранчиков из первого опыта: I (Контроль) – крысы (ОР + мясо баранчиков, выращенных на ОР); II – зараженные крысы (ОР с добавлением баранины, полученной от I группы); III – зараженные крысы (MR с добавлением баранины, полученной от II группы); IV – зараженные крысы (ОР с добавлением баранины, полученной от III группы); V – зараженные крысы (ОР с добавлением баранины, выращенной на ОР) <i>The first stage is fattening of sheep (4 groups of sheep aged 4 months, 10 heads each) with iodine-containing additives: control – main ration (MR), in group I – MR + "Yoddar-Zn" (1%), in group II – MR + "DAFS 25" (1%), in group III – MR + "Yoddar-Zn" (1%) and "DAFS 25" (1%)</i> <i>The second stage is the fattening of white rats (5 groups of white rats with 10 individuals per group) infected with toxic hepatitis with lamb meat from the first experiment:</i> <i>I (Control) – rats (MR + of lamb meat grown on MR);</i> <i>II – infected rats (MR with the addition of a vaccine obtained from group I);</i> <i>III – infected rats (MR with the addition of mutton obtained from group II);</i> <i>IV – infected rats (MR with the addition of mutton obtained from group III)</i> <i>V – infected rats (MR with the addition of mutton grown on MR)</i>	Баранчики эдильбаевской породы; белые беспородные крысы по методу «случайных чисел» в условиях животноводческого предприятия Саратовского ГАУ и ГНУ НИИММП <i>Sheep of the Edilbaev breed; white mongrel rats by the method of "random numbers" in the conditions of the livestock enterprise of the Saratov State Agrarian University and VRIIMMP</i>

Различий между показателями биохимических параметров и сыворотки крови и фоновыми значениями у крыс IV опытной группы, получавших мясо, обогащенное селеном и йодом, не было. Данный факт можно объяснить, как следствие синергизма йода и селена, способствующих повышению компенсаторных факторов организма при действии ксенобиотиков.

Ремиссия общего состояния крыс была отмечена на 7-й день эксперимента в группах II, III и IV. Крысы стали более активными по сравнению с контролем, брали пищу, совершали движения, реагировали на внешние раздражители. Улучшение общего состояния крыс в V группе было зафиксировано только на 14-й день. У крыс IV группы клинических симптомов интоксикации не было, в то время как у большинства животных II и III групп ко второй неделе опыта наблюдались незначительная гиподинамия и спутанная шерсть, которые регистрировались вплоть до 18-го дня после начала эксперимента. Гибель крыс была отмечена в тест-группах I, II и III на 8-й день (по одной особи в каждой группе). В группе V (положительный контроль) две крысы погибли на 6-й и 8-й дни эксперимента.

По мнению Giro TM et al. (2022), более высокое содержание активного биоорганического йода и селена по сравнению с контрольными баранчиками было обусловлено увеличением количества селен-зависимого фермента глутатионпероксидазы, который состоит из нескольких родственных групп ферментов, которые синтезируются в различных клетках живого организма и усиливают их антиоксидантный эффект.

Таким образом, представленные данные позволили нам утверждать, что обогащенная селеном и йодом баранина в рационе крыс, страдающих токсическим гепатитом, вызванным ксенобиотиком, способствовала восстановлению функционирования клеток паренхимы печени (гепатоцитов) крыс.

Заключение. Разработанные в рамках проекта Российского научного фонда технологии кормления сельскохозяйственных животных и птицы с использованием разработанных кормовых добавок – новых видов фитобиотиков, пребиотиков, олигосахаридов и нетрадиционных кормовых средств, позволили научно обосновать принципы, способы и алгоритмы ведения животноводства и птицеводства для получения экологически безопасной продукции на основе использования инновационных разработок, исключающих применение кормовых антибиотиков.

Благодарность: Исследование выполнено в рамках гранта РНФ 21-16-00025, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: The study was carried out within the framework of the grant of the Russian Science Foundation No. 21-16-00025, VRIMMP.

Список источников

1. Влияние биологически активных препаратов на процессы пищеварительного метаболизма / В.Х. Темираев, М.М. Шахмурзова, О.О. Гетоков, А.А. Баева, М.З. Фарниева, Д.О. Сенцова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54, № 3. С. 66-71.
2. Влияние кормовой добавки «Лактувет-1» на яичную продуктивность перепелов / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.А. Мосолов, О.П. Шахбазова, Р.Г. Раджабов // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (45). С. 84-92.
3. Гончаров А.Т., Хамидуллин Т.Н. Использование монолаурина в кормлении цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2012. № 3. С. 30-32.

4. Горлов И.Ф., Княжеченко О.А., Мосолов А.А. Изучение эффективности лактулозо-содержащих добавок в рационах кроликов // Кролиководство и звероводство. 2022. № 1. С. 23-29. <https://doi.org/10.52178/00234885-2022-1-23>.
5. Готовский Д.Г., Бирман Б.Я. Использование некоторых органических кислот для дезинфекции птичников и повышения сохранности цыплят-бройлеров // Ветеринарная патология. 2009. № 3. С.78-83.
6. Кормление перепелов / В. Котарев, А. Семин, А. Аристов, А. Каширина, И. Долженкова // Птицеводство. 2007. № 6. С. 32-33.
7. Ндайкенгурукийе Д., Ахметзянова Ф.К., Кашаева А.Р. Морфологические показатели перепелиных яиц при скормливании органического концентрата // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. 2021. Т. 248, № 4. С. 168-172. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-248-4-168-172>.
8. Сложенкина М.И., Фролова М., Курмашева С.С., Рудковская А.В. Выращиваем бройлеров без антибиотиков // Животноводство России. 2021. № 7. С. 9-11. <https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.51.93.009>.
9. Abdo ZMA, Hassan RA, Amal AE, Shahinaz AH. Effect of adding green tea and its aqueous extract as natural antioxidants to laying hen diet on productive, reproductive performance and egg quality during storage and its content of cholesterol // Egyptian Poultry Science Journal. 2010. Vol. 30. P. 1121-1149.
10. Alhidary IA, Rehman Z, Khan RU, Tahir M. Anti-aflatoxin activities of milk thistle (*Silybum marianum*) in broiler // World Poult. Sci. J. 2017. Vol. 73. P. 559-566. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000514>.
11. Alimohammadi-Saraee MH, Seidavi AR, Dadashbeiki M, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of dietary supplementation with different levels of green tea powder and fish oil or their combination on carcass characteristics in broiler chickens // Pakistan Journal of Zoology. 2014. Vol. 46. P. 1767-1773.
12. Biswas MAH, Wakita M. Effect of dietary Japanese green tea powder supplementation on feed utilization and carcass profiles in broilers // Journal of Poultry Science. 2001. Vol. 38. P. 50-57. <https://doi.org/10.2141/jpsa.38.50>.
13. Cho JH, Kim IH. Effects of lactulose supplementation on performance, blood profiles, excreta microbial shedding of *Lactobacillus* and *Escherichia coli*, relative organ weight and excreta noxious gas contents in broilers // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2014. Vol. 98(3). P. 424-430. <https://doi.org/10.1111/jpn.12086>.
14. Dhama K, Lathee SK, Mani S et al. Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production – a review // Int. J. Pharmacol. 2015. Vol. 11, iss. 3. P. 152-176. <https://doi.org/10.3923/ijp.2015>.
15. Feshangchi M, Baghban-Kanani P, Kashefi-Motlagh B, Adib F, Azimi-Youvalari S, Hosseintabar-Ghasemabad B, Slozhenkina M, Gorlov I, Zangeronimo MG, Swelum AA, Seidavi A, Khan RU, Ragni M, Laudadio V, Tufarelli V. Milk Thistle (*Silybum marianum*), Marine Algae (*Spirulina platensis*) and Toxin Binder Powders in the Diets of Broiler Chickens Exposed to Aflatoxin-B1: Growth Performance, Humoral Immune Response and Cecal Microbiota // Agriculture. 2022. № 12. P. 805. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060805>.
16. Galib A, Al-Kassie M. The role of peppermint (*Mentha piperita*) on performance in broiler diets // ABJNA. 2010. Vol. 1(5). P. 1009-1013. <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.5.1009.1013>.

17. Gidenne T, Garreau H, Maertens L, Drouilhet L. Feed efficiency in rabbit farming: ways of improvement, technico-economical and environmental impacts // *INRA Productions Animales*. 2019. Vol. 32(3). P. 431-444.
18. Giro T, Kozlov S, Gorlov I, Kulikovskii A, Giro A, Slozhenkina M, Nikolaev D, Seidavi A, Mosolov A. Biomedical evaluation of antioxidant properties of lamb meat enriched with iodine and selenium // *Open Life Sciences*. 2022. Vol. 17(1). P. 180-188. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0020>.
19. Jelveh K, Rasouli B, Kadim IT, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Seidavi A, Phillips CJC. The effects of green tea in the diet of broilers challenged with coccidiosis on their performance, carcass characteristics, intestinal mucosal morphology, blood constituents and ceca microflora // *Veterinary Medicine and Science*. 2022. № 8. P. 2511-2520. <https://doi.org/10.1002/vms3.923>.
20. Kalia VC, Shim WY, Patel SKS, Gong C, Lee JK. Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: opportunities and challenges // *Sci Total Environ*. 2022. № 834. Article number: 155300. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300>.
21. Kong Y, Li S, Liu M, Yao C, Yang X, Zhao N et al. Effect of dietary organic selenium on survival, growth, antioxidation, immunity and gene expressions of selenoproteins in abalone *Haliotis discus hannai* // *Aquaculture Res*. 2019. Vol. 50(3). P. 847-855. <https://doi.org/10.1111/are.13956>.
22. Kvartnikov MP, Kvartnikova EG. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 848. P. 01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
23. Rashidi N, Khatibjoo A, Taherpour K, Akbari-Gharaei M, Shirzadi H. Effects of licorice extract, probiotic, toxin binder and poultry litter biochar on performance, immune function, blood indices and liver histopathology of broilers exposed to aflatoxin-B1 // *Poult. Sci*. 2020. Vol. 99(11). P. 5896-5906. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.034>.
24. Rezaei S, Jahromi MF, Liang JB et al. Effect of oligosaccharides extract from palm kernel expeller on growth performance, gut microbiota and immune response in broiler chickens // *Poult Sci*. 2015. Vol. 94(10). P. 2414-2420. <https://doi.org/10.3382/ps/pev216>.
25. Vincenzo Tufarelli, Narjes Ghavami, Mehran Nosrati, Behrouz Rasouli, Isam T. Kadim, Lourdes Suárez Ramírez, Ivan Gorlov, Marina Slozhenkina, Alexander Mosolov, Alireza Seidavi, Tugay Ayasan, Vito Laudadio. The effects of peppermint (*Mentha piperita* L.) and chicory (*Cichorium intybus* L.) in comparison with a prebiotic on productive performance, blood constituents, immunity and intestinal microflora in broiler chickens // *Animal Biotechnology*. 2023. Vol. 34(7). P. 3046-3052. <https://doi.org/10.1080/10495398.2022.2130798>.
26. Xu C, Qiao L, Guo Y, Ma L, Cheng Y. Preparation, characteristics and antioxidant activity of polysaccharides and proteins-capped selenium nanoparticles synthesized by *Lactobacillus casei* ATCC 393 // *Carbohydr Polym*. 2018. Vol. 195. P. 576-585. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.04.110>.

References

1. Temiraev VKh, Shakhmurzov MM, Getokov OO, Baeva AA, Farnieva MZ, Sentsova DO. Influence of biologically active preparations on the processes of quails' digestive metabo-

- lism. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017;54(3):66-71. (In Russ.).
2. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Shakhbazova OP, Radzhabov RG. The effect of the feed additive "Lactuvet-1" on the egg productivity of quails. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Don State Agrarian University*. 2022;45(3):84-92. (In Russ.).
 3. Goncharov AT, Khamidullin TN. The use of monolaurin in feeding broiler chickens. *Ptica i pticeprodukty* = *Poultry and chicken products*. 2012;(3):30-32. (In Russ.).
 4. Gorlov IF, Knyazhechenko OA, Mosolov AA. Study of the effectiveness of lactulose-containing supplements in rabbit diet. *Krolikovodstvo i zverovodstvo* = *Rabbit breeding and fur farming*. 2022;(1):23-29. (In Russ.). <https://doi.org/10.52178/00234885-2022-1>.
 5. Gotovsky DG, Birman BYa. The use of some organic acids for disinfection of poultry houses and improving the safety of broiler chickens. *Veterinarnaya patologiya* = *Veterinary pathology*. 2009;(3):78-83. (In Russ.).
 6. Kotarev V, Semin A, Aristov A, Kashirina A, Dolzhenkova I. Feeding quails. *Pticevodstvo* = *Poultry farming*. 2007;(6):32-33. (In Russ.).
 7. Ndayikengurukiye D, Akhmetzyanova FK, Kashaeva AR. Morphological parameters of quail's eggs when feeding organic concentrate. *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny imeni N.E. Baumana* = *Scientific notes of the Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2021;248(4):168-172. (In Russ.). <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-248-4-168-172>.
 8. Slozhenkina MI, Frolova M, Kurmasheva SS, Rudkovskaya AV. Growing broilers without antibiotics. *Zhivotnovodstvo Rossii* = *Animal Husbandry of Russia*. 2021;(7):9-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.51.93.009>.
 9. Abdo ZMA, Hassan RA, Amal AE, Shahinaz AH. Effect of adding green tea and its aqueous extract as natural antioxidants to laying hen diet on productive, reproductive performance and egg quality during storage and its content of cholesterol. *Egyptian Poultry Science Journal*. 2010;(30):1121-1149.
 10. Alhidary IA, Rehman Z, Khan RU, Tahir M. Anti-aflatoxin activities of milk thistle (*Silybum marianum*) in broiler. *World Poult. Sci. J.* 2017;(73):559-566. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000514>.
 11. Alimohammadi-Saraei MH, Seidavi AR, Dadashbeiki M, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of dietary supplementation with different levels of green tea powder and fish oil or their combination on carcass characteristics in broiler chickens. *Pakistan Journal of Zoology*. 2014;(46):1767-1773.
 12. Biswas MAH, Wakita M. Effect of dietary Japanese green tea powder supplementation on feed utilization and carcass profiles in broilers. *Journal of Poultry Science*. 2001;(38):50-57. <https://doi.org/10.2141/jpsa.38.50>.
 13. Cho JH, Kim IH. Effects of lactulose supplementation on performance, blood profiles, excreta microbial shedding of *Lactobacillus* and *Escherichia coli*, relative organ weight and excreta noxious gas contents in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2014;98(3):424-430. <https://doi.org/10.1111/jpn.12086>.
 14. Dhama K, Lathee SK, Mani S et al. Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production-a review. *Int. J. Pharmacol.* 2015;11(3):152-176. <https://doi.org/10.3923/ijp.2015>.

15. Feshangchi M, Baghban-Kanani P, Kashefi-Motlagh B, Adib F, Azimi-Youvalari S, Hosseintabar-Ghasemabad B, Slozhenkina M, Gorlov I, Zangeronimo MG, Swelum AA, Seidavi A, Khan RU, Ragni M, Laudadio V, Tufarelli V. Milk Thistle (*Silybum marianum*), Marine Algae (*Spirulina platensis*) and Toxin Binder Powders in the Diets of Broiler Chickens Exposed to Aflatoxin-B1: Growth Performance, Humoral Immune Response and Cecal Microbiota. *Agriculture*. 2022;(12):805. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060805>.
16. Galib A, Al-Kassie M. The role of peppermint (*Mentha piperita*) on performance in broiler diets. *ABJNA*. 2010;5(1):1009-1013. <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.5.1009.1013>.
17. Gidenne T, Garreau H, Maertens L, Drouilhet L. Feed efficiency in rabbit farming: ways of improvement, technico-economical and environmental impacts. *INRA Productions Animales*. 2019;32(3):431-444.
18. Giro T, Kozlov S, Gorlov I, Kulikovskii A, Giro A, Slozhenkina M, Nikolaev D, Seidavi A, Mosolov A. Biomedical evaluation of antioxidant properties of lamb meat enriched with iodine and selenium. *Open Life Sciences*. 2022;17(1):180-188. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0020>.
19. Jelveh K, Rasouli B, Kadim IT, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Seidavi A, Phillips CJC. The effects of green tea in the diet of broilers challenged with coccidiosis on their performance, carcass characteristics, intestinal mucosal morphology, blood constituents and ceca microflora. *Veterinary Medicine and Science*. 2022;(8):2511-2520. <https://doi.org/10.1002/vms3.923>.
20. Kalia VC, Shim WY, Patel SKS, Gong C, Lee JK. Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: opportunities and challenges. *Sci Total Environ*. 2022;(834):155300. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300>.
21. Kong Y, Li S, Liu M, Yao C, Yang X, Zhao N et al. Effect of dietary organic selenium on survival, growth, antioxidation, immunity and gene expressions of selenoproteins in abalone *Haliotis discus hannai*. *Aquaculture Res*. 2019;50(3):847-55. <https://doi.org/10.1111/are.13956>.
22. Kvartnikov MP, Kvartnikova EG. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(848):01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
23. Rashidi N, Khatibjoo A, Taherpour K, Akbari-Gharaei M, Shirzadi H. Effects of licorice extract, probiotic, toxin binder and poultry litter biochar on performance, immune function, blood indices and liver histopathology of broilers exposed to aflatoxin-B1. *Poult. Sci*. 2020;99(11):5896-5906. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.034>.
24. Rezaei S, Jahromi MF, Liang JB et al. Effect of oligosaccharides extract from palm kernel expeller on growth performance, gut microbiota and immune response in broiler chickens. *Poult Sci*. 2015;94(10):2414-2420. <https://doi.org/10.3382/ps/pev216>.
25. Vincenzo Tufarelli, Narjes Ghavami, Mehran Nosrati, Behrouz Rasouli, Isam T. Kadim, Lourdes Suárez Ramírez, Ivan Gorlov, Marina Slozhenkina, Alexander Mosolov, Alireza Seidavi, Tugay Ayasan, Vito Laudadio. The effects of peppermint (*Mentha piperita* L.) and chicory (*Cichorium intybus* L.) in comparison with a prebiotic on productive performance, blood constituents, immunity and intestinal microflora in broiler chickens. *Animal Biotechnology*. 2022;34(7):3046-3052. <https://doi.org/10.1080/10495398.2022.2130798>.
26. Xu C, Qiao L, Guo Y, Ma L, Cheng Y. Preparation, characteristics and antioxidant activity of polysaccharides and proteins-capped selenium nanoparticles synthesized by *Lactobacillus casei* ATCC 393. *Carbohydr Polym*. 2018;(195):576-585. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.04.110>.

Вклад авторов: Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за некорректное цитирование, самоцитирование и возможный плагиат.

Contribution of the author's: All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for incorrect citation, self-citation and possible plagiarism.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Мосолов Александр Анатольевич – главный научный сотрудник, комплексная аналитическая лаборатория, 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/0000-0002-4927-7065>;

Струк Александр Николаевич – главный научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7456-1933>;

Сейдави Алиреза – профессор кафедры кормления птицы и зоотехнии, Исламский университет Азад, Раштский филиал, основной исполнитель проекта РНФ; 4147654919, Рашт, Иран, Раштский район 4, провинция Гилян, бульвар Лакан, улица Ибн Сина, парк моста Талшан; e-mail: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1903-2753>;

Княжеченко Ольга Андреевна – младший научный сотрудник, отдел по хранению и переработке продукции животноводства, 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/0000-0003-1508-2179>;

Громова Алена Олеговна – лаборант-исследователь, комплексная аналитическая лаборатория, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: alena_reshetniko95@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2040-4152>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Alexander A. Mosolov – Chief Researcher, 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: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4927-7065>;

Alexandr N. Struk – Chief Researcher, Livestock Production Department, 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/0000-0001-7456-1933>;

Seidavi Alireza – Professor, Department of Poultry Feeding and Animal Science, Islamic Azad University, Rasht Branch; main executor of the RSF project; Talshan Bridge Park, Ibn Sina Street, Lakan Boulevard, Gilan Province, Rasht District 4, Rasht, 4147654919, Islamic Republic of Iran; e-mail: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1903-2753>;

Olga A. Knyazhechenko – Junior Researcher, Department for Storage and Processing of Livestock Products, 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/0000-0003-1508-2179>;

Alena O. Gromova – Research Laboratory Assistant, 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: alena_reshetniko95@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2040-4152>.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 01.12.2023;
одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 25.12.2023
принята к публикации / accepted for publication: 26.12.2023

КАЧЕСТВО, БЕЗОПАСНОСТЬ И ГИГИЕНА ПИТАНИЯ /
QUALITY, SAFETY AND FOOD HYGIENE

Научная статья / Original article

УДК 619:615.33

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-24-58-69

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРИОДА ВЫВЕДЕНИЯ ФЛОРФЕНИКОЛА
И ЕГО МЕТАБОЛИТОВ ИЗ ОРГАНИЗМА ПОРОСЯТ
ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА «ФЛОРИПРЕМ 40»

STUDYING THE PERIOD OF ELIMINATION OF FLORFENICOL
AND ITS METABOLITES FROM THE BODY OF PIGS
AFTER USING THE MEDECINE "FLORIPREM 40"

¹Андрей В. Балышев, кандидат биологических наук

²Борис В. Виолин, кандидат ветеринарных наук

³Сергей В. Абрамов, кандидат ветеринарных наук

³Владимир В. Головин, кандидат биологических наук

³Павел П. Кочетков, руководитель лаборатории

¹Andrei V. Balyshev, PhD (Biology)

²Boris V. Violin, PhD (Veterinary)

³Sergei V. Abramov, PhD (Veterinary)

³Vladimir V. Golovin, PhD (Biology)

³Pavel P. Kochetkov, Head of the Laboratory

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

²Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт
экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко
Российской академии наук, Москва

³ООО «БИОВИЗОР», Москва

¹Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

²Federal Scientific Center – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine
named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

³LLC "BIOVIZOR", Moscow, Russia

Контактное лицо: Балышев Андрей Владимирович, заведующий отделом производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: bav898@yandex.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9186-2671>.

Для цитирования: Балышев А.В., Виолин Б.В., Абрамов С.В., Головин В.В., Кочетков П.П. Изучение периода выведения флорфеникола и его метаболитов из организма поросят после применения препарата «Флорипрем 40» // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 24, № 4. С. 58-69. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-58-69>.

Principal Contact: Andrei V. Balyshev, Head of Department, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: bav898@yandex.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9186-2671>.

For citation: Balyshev A.V., Violin B.V., Abramov S.V., Golovin V.V., Kochetkov P.P. Studying the period of elimination of florfenicol and its metabolites from the body of pigs after using the medicine "Floriprem 40". *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;24(4):58-69. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-58-69>.

Резюме

Цель. Определение сроков выведения остаточных количеств флорфеникола и его метаболитов в форме флорфениколамина из органов и тканей свиней после применения им ветеринарного препарата «Флорипрем 40».

Материалы и методы. Изучение сроков выведения остаточных количеств действующего вещества препарата проводили на базе свиноводческого комплекса в Калужской области. Для научно-исследовательской работы использовали 21 животное (20 опытных, 1 контрольное) в возрасте 86 дней с массой тела 44-49 кг. Препарат задавали поросятам в течение 7 дней групповым способом в смеси с комбикормом в дозе 5 кг препарата на 1 тонну комбикорма. Убой животных (по 5 голов на срок) провели через 8, 12, 14, 16 суток после последней дачи препарата. Образцы мышечной ткани (правое бедро), печени, почек и кожи с подкожной жировой клетчаткой были отобраны от каждого животного в индивидуальные пакеты. Содержание флорфеникола и его метаболитов в форме флорфениколамина в экстрактах образцов органов и тканей поросят определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, остаточные количества флорфеникола в органах и тканях животных – с помощью кислотного гидролиза. Исследование выполнено с помощью хромато-масс-спектрометрической системы Shimadzu LCMS-8050 (Япония). Анализ и обработка данных проведены с использованием программного пакета Shimadzu LabSolutions (Realtime Analysis, Postrun Analysis, Quant Browser) v.5.99 SP2 (Япония).

Результаты. Результаты изучения динамики выведения остаточных количеств флорфеникола и его метаболитов из органов и тканей свиней показали, что флорфениколамин аккумулируется в основном в печени и почках, незначительные уровни флорфениколамина обнаружены в мышцах свиней. Полученные данные свидетельствуют о высокой степени адсорбции действующего вещества исследуемого препарата в органы и ткани свиней и длительном нахождении в организме. Флорфеникол и его метаболиты в тканях кожи с подкожно-жировой клетчаткой свиней не обнаружены. Оценка сроков выведения флорфеникола и его метаболитов из организма свиней, проведенная при помощи программы WT1.4, показала, что срок выведения действующего вещества составляет: в мышцах – 5 дней, в печени – 14 дней, в почках – 10 дней.

Заключение. Употребление в пищу продуктов животного происхождения, полученных после курсового перорального применения препарата «Флорипрем 40» на свиньях, не представляет опасности для здоровья человека спустя 14 суток после окончания применения препарата.

Ключевые слова: флорфеникол, флорфениколамин, ВЭЖХ-МС/МС, свиньи, органы, ткани, МДУ

Abstract

Purpose. Determination of the period of elimination of residual amounts of florfenicol and its metabolites in the form of florfenicolamine from the organs and tissues of pigs after the use of the veterinary drug "Floriprem 40".

Materials and Methods. The study of the period of elimination of residual amounts of the active substance of the drug was carried out on the basis of a pig-breeding complex in the Kaluga region.

For research work, 21 animals (20 experimental, 1 control) were used at the age of 86 days with a body weight of 44-49 kg. The drug was given to piglets during 7 days in a group method in a mixture with compound feed at a dose of 5 kg of the drug per 1 ton of feed. The slaughter of animals (5 animals per term) was carried out 8, 12, 14, 16 days after the last administration of the drug. Samples of muscle tissue (right thigh), liver, kidneys and skin with subcutaneous and fatty cellulose were collected from each animal in individual bags. The content of florfenicol and its metabolites in the form of florfenicolamine in extracts of samples of organs and tissues of piglets was determined by high-performance liquid chromatography; residual amounts of florfenicol in organs and tissues of animals were determined using acid hydrolysis. The study was carried out using a Shimadzu LCMS-8050 chromatography-mass spectrometry system (Japan). Data analysis and processing were carried out using the Shimadzu LabSolutions software package (Realtime Analysis, Postrun Analysis, Quant Browser) v.5.99 SP2 (Japan).

Results. *The results of a study of the dynamics of excretion of residual amounts of florfenicol and its metabolites from organs and tissues of pigs showed that florfenicolamine accumulates mainly in the liver and kidneys; insignificant levels of florfenicolamine were found in the muscles of pigs. The data obtained indicate a high degree of adsorption of the active substance of the test drug into the organs and tissues of pigs and a long-term presence in the body. Florfenicol and its metabolites were not detected in skin tissues with subcutaneous fat of pigs. An assessment of the elimination time of florfenicol and its metabolites from the body of pigs, carried out using the WT1.4 program, showed that the elimination period of the active substance is: in the muscles – 5 days, in the liver – 14 days, in the kidneys – 10 days.*

Conclusion. *Consumption of animal products obtained after a course of oral administration of the drug "Floriprem 40" in pigs does not pose a danger to human health 14 days after the end of the drug.*

Keywords: *florfenicol, florfenicolamine, HPLC-MS/MS, pig, organs, tissues, MRL*

Введение. Пищевая промышленность является одной из самых важных и востребованных отраслей нашей жизни. Для развития качества данной сферы необходимой частью является разработка программ тестирования новой продукции и определение уровня качества услуг. В сельскохозяйственном производстве для борьбы с инфекционными заболеваниями продуктивных животных одним из обязательных пунктов является использование противомикробных лекарственных препаратов. Антибактериальные препараты нашли широкое применение в животноводстве, птицеводстве и при выращивании рыбы для лечения различных заболеваний бактериальной этиологии (Суворова Т.А. и Силкина Н.И., 2019; Рязанов В.А. и др., 2021; Кундрюкова У.И. и др., 2021). Совершенно очевидно, что после применения антибиотиков в течение периода выведения препарата, пока его концентрация не снизится ниже допустимого предела, животное нельзя забивать для использования в пищу человеку. Также запрещается использовать продукты от животного, так как остаточные количества препаратов можно обнаружить в молоке, яйцах и т.д. (Соколова О., 2021; Тюрина Д.Г. и др., 2021). В связи с этим очевидна необходимость создания быстрых и надежных методов анализа на содержание различных антибактериальных препаратов.

Флорфеникол (1) – синтетический жирорастворимый антимикробный препарат, относящийся к амфениколам (хлорамфениколам), который действует как ингибитор синтеза белка путем связывания с рибосомальными субъединицами бактерий. Флорфеникол обладает широким спектром действия в отношении как грамотрицательных, так и грамположительных микроорганизмов. С 1995 года данный препарат используют для лечения инфекционных за-

болеваний бактериальной этиологии крупного рогатого скота, свиней, сельскохозяйственной птицы, собак, кошек и рыб (Cannon M et al., 1990; Papich MG, 2016; Saito-Shida S et al., 2019; ЕМЕА, 2002). Флорфеникол преимущественно метаболизируется в съедобных тканях крупного рогатого скота, свиней, птицы, рыб, образуя флорфениколамин (4). Это происходит посредством реализации различных путей биоконверсии, включая промежуточные метаболиты, такие как флорфениколовый спирт (2), флорфениколовая кислота (3) и монохлорфлорфеникол (5) (Sams RA, 1995; Anadon A et al., 2008). Схема метаболизма флорфеникола приведена на рисунке 1. В соответствии с различными международными законодательствами флорфениколамин считается маркерным остатком флорфеникола, в связи с этим максимально допустимые уровни содержания препарата (МДУ) были установлены для обоих соединений для всех видов животных, производящих продукты питания (Commission Regulation 37/2010). Совершенно очевидна необходимость определения флорфениколамина в органах и тканях животных, хотя его антимикробная активность существенно ниже, чем у флорфеникола (Tao X et al., 2012; ЕМЕА, 2001). Флорфеникол и его метаболиты выделяются из организма птиц преимущественно с пометом, из организма свиней – с мочой и в меньшей степени – с фекалиями: частично в неизменной форме и частично в виде метаболитов, основным из которых является флорфениколамин.

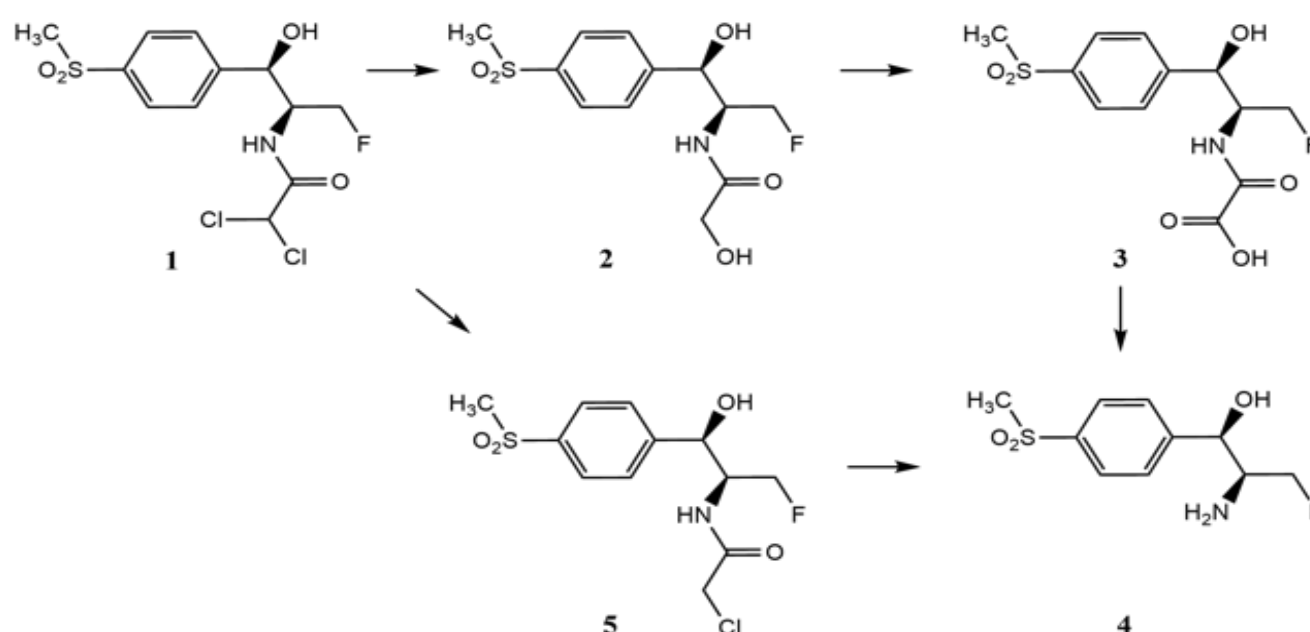


Рисунок 1. Схема метаболизма флорфеникола

Figure 1. Schema of florfenicol metabolism

В связи с этим определение содержания, а также сроков выведения остаточных количеств лекарственных препаратов из организма сельскохозяйственных животных в настоящее время является актуальной задачей.

Целью данной работы являлось определение сроков выведения остаточных количеств флорфеникола и его метаболитов в форме флорфениколамина из органов и тканей свиней после применения им ветеринарного препарата «Флорипрем 40» с использованием разработанной и валидированной методики.

Материалы и методы.

Животные.

Изучение сроков выведения остаточных количеств действующего вещества препарата на свиньях крупной белой породы проводили на базе свиноводческого комплекса в Калужской области. Для научно-исследовательской работы использовали 21 животное (20 опытных, 1 контрольное) в возрасте 86 дней с массой тела 44-49 кг.

Свиньи до начала эксперимента не получали никаких лекарственных препаратов в течение 30 суток. Препарат задавали пороссятам в течение 7 дней групповым способом в смеси с комбикормом в дозе 5 кг препарата на 1 тонну комбикорма, что соответствует 250 мг препарата или 10 мг флорфеникола на 1 кг массы животного. Убой животных (по 5 голов на срок) провели через 8, 12, 14, 16 суток после последней дачи препарата. На первый срок убоя провели убой 1 контрольного поросенка. От каждого животного в индивидуальные пакеты были отобраны образцы мышечной ткани (правое бедро) в количестве не менее 200 г, печени (не менее 200 г), почек (целиком 2 шт.) и кожи с подкожной жировой клетчаткой в количестве не менее 200 г. Матрица типа «кожа с подкожной жировой клетчаткой» находилась в естественных пропорциях без волосяного покрова.

Метод.

Принцип методики заключается в определении содержания флорфеникола и его метаболитов в форме флорфениколамина в экстрактах образцов органов и тканей пороссят методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с tandemным масс-спектрометрическим детектированием. В качестве пробоподготовки использовали жидкостно-жидкостную экстракцию. Определение остаточных количеств флорфеникола в органах и тканях животных основано на преобразовании флорфеникола и его метаболитов в соль флорфениколамина с помощью кислотного гидролиза. Диапазоны линейности методики соответствуют диапазонам концентраций маркера флорфеникола (флорфениколамина) в биоматрице, необходимому для адекватной оценки пригодности мяса в пищу на основе установленных МДУ.

Реагенты и оборудование.

В работе использовались: стандартные образцы флорфеникола и флорфениколамина, этилацетат, соляная кислота, гидроксид натрия, ацетонитрил, метанол, гексан, муравьиная кислота; формиат аммония. Исследование выполнено с помощью хромато-масс-спектрометрической системы Shimadzu LCMS-8050 (Япония). В качестве биологических матриц для приготовления бланков, калибровочных образцов, контролей качества использовались органы и ткани (мышечная ткань, печень, почки, кожа с подкожно-жировой клетчаткой) свиней, не содержащие аналита и его метаболитов. Анализ и обработка данных выполнена с использованием программного пакета Shimadzu LabSolutions (Realtime Analysis, Postrun Analysis, Quant Browser) v.5.99 SP2 (Япония).

Результаты и обсуждение. Измерение концентраций флорфеникола и его метаболитов в форме флорфениколамина в образцах органов и тканей пороссят выполнены с применением разработанной валидированной методики. Контроль стабильности и правильности выполняемых измерений произведен путем добавки в аналитические серии холостых проб биоматриц и контрольных образцов, приготовленных на основе органов и тканей, не содержащих флорфеникола и его метаболитов. Вывод о возможности использования мяса и субпродуктов в пищу делали на основании сравнения найденных концентраций флорфениколамина с максимально допустимыми уровнями (МДУ) в органах и тканях сельскохозяйственных животных, утвержденных в нормативах (ТР ТС 034/3013; ЕЭК 28/2022), а также на основе изучения тенденций выведения аналита с применением статистических методов. МДУ содержания флорфеникола в мясе свиней в мышцах – 0,3 мкг/г, в печени – 2,0 мкг/г, в почках – 0,5 мкг/г, в коже с подкожно-жировой клетчаткой – 0,5 мкг/г.

Результаты исследований содержания флорфениколамина в органах и тканях свиней, которым перорально вводили препарат «Флорипрем 40» в дозе 10 мг/кг в течение 7 дней, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Концентрации флорфениколамина (мкг/г) в пробах органов и тканей поросят после курсового перорального введения препарата в дозе 10 мг/кг по флорфениколу
Table 1. Concentrations of florfenicolamine ($\mu\text{g/g}$) in samples of organs and tissues of piglets after a course of oral administration of the drug at a dose of 10 mg / kg florfenicol

№ поросенка (срок убоя, сутки) <i>Pig no.</i> (<i>slaughter period, days</i>)	Тип ткани <i>Tissue type</i>			
	мышечная ткань <i>muscle</i>	печень <i>liver</i>	почки <i>kidneys</i>	кожа <i>skin</i>
	Концентрация флорфениколамина, мкг/г <i>Florfenicolamine concentration, $\mu\text{g} / \text{g}$</i>			
НПКО	0,050	0,200	0,100	0,100
Контрольный (8)	-	-	-	-
1 (8)	0,053	0,402	1,498	-
2 (8)	0,062	1,285	0,267	-
3 (8)	0,071	2,451	0,382	-
4 (8)	0,085	2,283	0,371	-
5 (8)	0,054	2,070	0,313	-
6 (12)	0,067	1,873	0,273	-
7 (12)	0,052	1,694	0,275	-
8 (12)	0,057	1,663	0,254	-
9 (12)	-	1,584	0,196	-
10 (12)	-	1,512	0,320	-
11 (14)	0,057	1,519	0,243	-
12 (14)	0,068	1,392	0,246	-
13 (14)	0,060	1,696	0,226	-
14 (14)	-	1,289	0,181	-
15 (14)	-	1,316	0,200	-
16 (16)	-	1,228	0,192	-
17 (16)	-	0,766	0,199	-
18 (16)	-	1,112	0,183	-
19 (16)	-	0,836	0,130	-
20 (16)	-	1,075	0,135	-

Результаты изучения динамики выведения остаточных количеств флорфеникола и его метаболитов из органов и тканей свиней (таблица 1) показали, что флорфениколамин аккумулируется в основном в печени и почках. Незначительные уровни флорфениколамина также были обнаружены в мышцах свиней. Определяемые концентрации флорфениколамина были отмечены во все дни убоя после курсового перорального применения препарата у всех опытных животных в образцах печени и почек, при этом уровни концентраций флорфениколамина оказались выше установленных МДУ в образцах печени у испытуемых животных № 3, 4, 5 (8 сутки). Данные результаты свидетельствует о высокой степени адсорбции действующего вещества исследуемого препарата в органы и ткани свиней и длительном нахождении в организме. В пробах мышечной ткани содержание флорфениколамина находилось ниже НПКО для опытных животных № 9, 10 (12 сутки), № 14, 15 (14 сутки) и поросят № 16-20 (16 сутки) соответственно. Разброс значений концентраций вещества в испытуемых об-

разцах в каждый день сбора биоматериала связан с индивидуальными физиологическими особенностями животных.

Флорфеникол и его метаболиты в тканях кожи с подкожно-жировой клетчаткой свиней не обнаружены на уровнях выше НПКО методики, что свидетельствует об отсутствии накопления флорфениколамина в этих тканях.

Оценка сроков выведения флорфеникола и его метаболитов из организма свиней при помощи программы WT1.4

В рамках дополнительного подтверждения выводов о рекомендуемых сроках предубойной выдержки поросят, для обработки найденных концентраций флорфеникола и его метаболитов в образцах опытных групп поросят была использована программа WT 1.4, рекомендованная ЕМА для изучения сроков предубойной выдержки (ЕМЕА, 1996; General Principles for Evaluating the Human Food Safety of New Animal Drugs Used In Food-Producing Animals DRAFT REVISED GUIDANCE, 2016; ЕМА, 2018). В качестве исходных данных использовались концентрации флорфениколамина, полученные спустя 8, 12, 14, 16 суток после окончания применения препарата. Сроки убоя, количество результатов, в которых ниже НПКО методики оказывалось больше 50%, отбрасывались (мышечная ткань поросят № 16-20, 16 суток, а также образцы кожи с подкожной жировой клетчаткой всех опытных поросят). Результаты для испытуемых животных под номерами 1, 2 (8 суток) для печени и почек имели значительные отличия от остальных результатов в группе и приводили к неадекватным результатам оценки сроков предубойной выдержки программой WT1.4, вследствие чего они были проверены и исключены из статистического анализа как промахи по критерию Романовского (Руди Д.Ю. и др., 2016). В остальных случаях для значений концентраций, оказавшихся ниже НПКО методики (мышечная ткань поросят № 9, 10, 14 и 15), вводили значения, составляющие $\frac{1}{2}$ НПКО методики (в соответствии с рекомендациями руководств по определению сроков выведения ветеринарных препаратов (ЕМЕА, 1996; General Principles for Evaluating the Human Food Safety of New Animal Drugs Used In Food-Producing Animals DRAFT REVISED GUIDANCE, 2016; ЕМА, 2018). Доверительная вероятность принималась равной 95% ($P=0,95$). Иллюстрации к результатам расчётов приведены на рисунках 2-4.

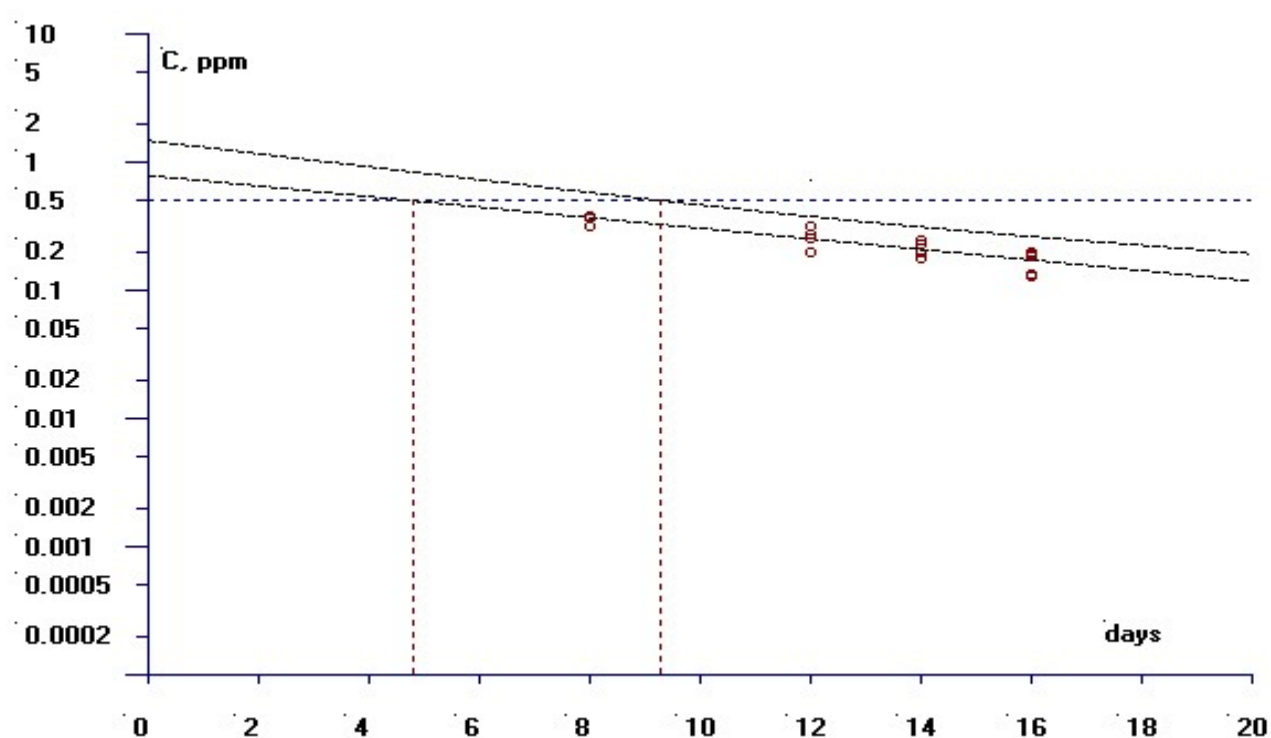


Рисунок 2. Найденная тенденция выведения флорфениколамина из почек
Figure 2. Found trend of florfenicol amine excretion from the kidneys

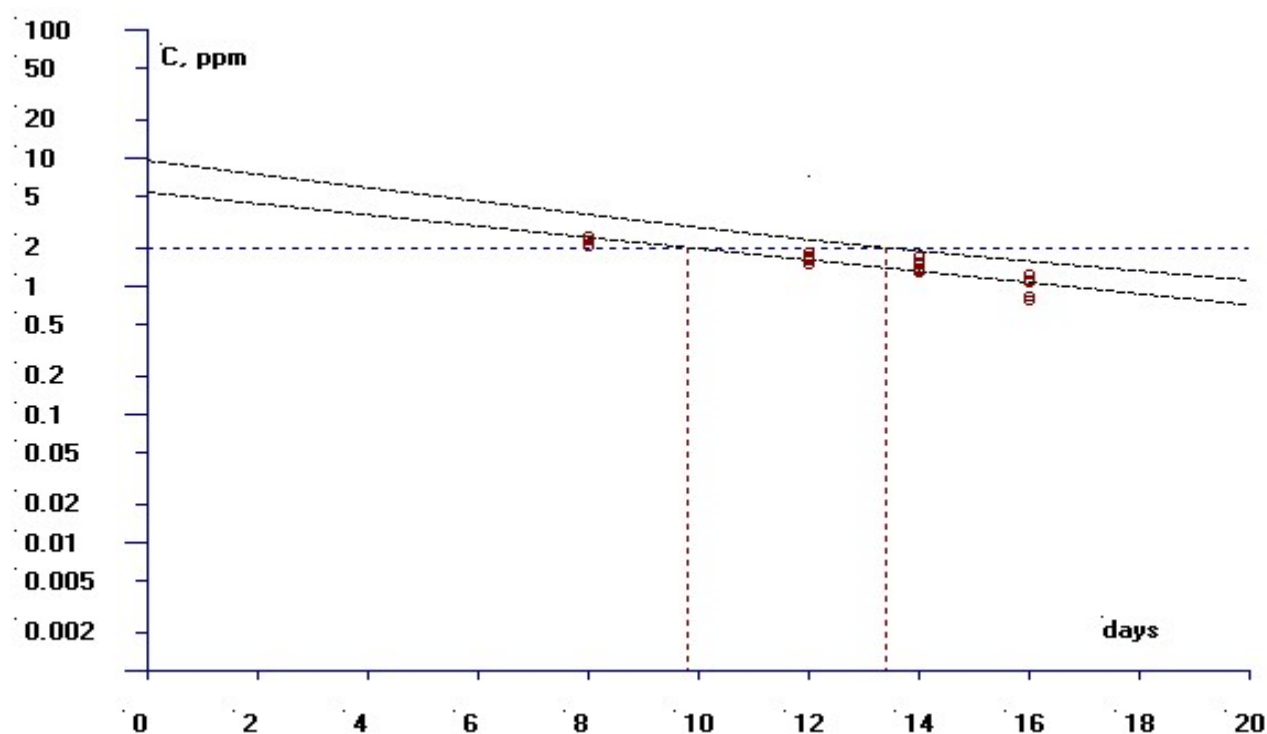


Рисунок 3. Найденная тенденция выведения флорфениколамина из печени
Figure 3. Found trend of florfenicolamine excretion from the liver

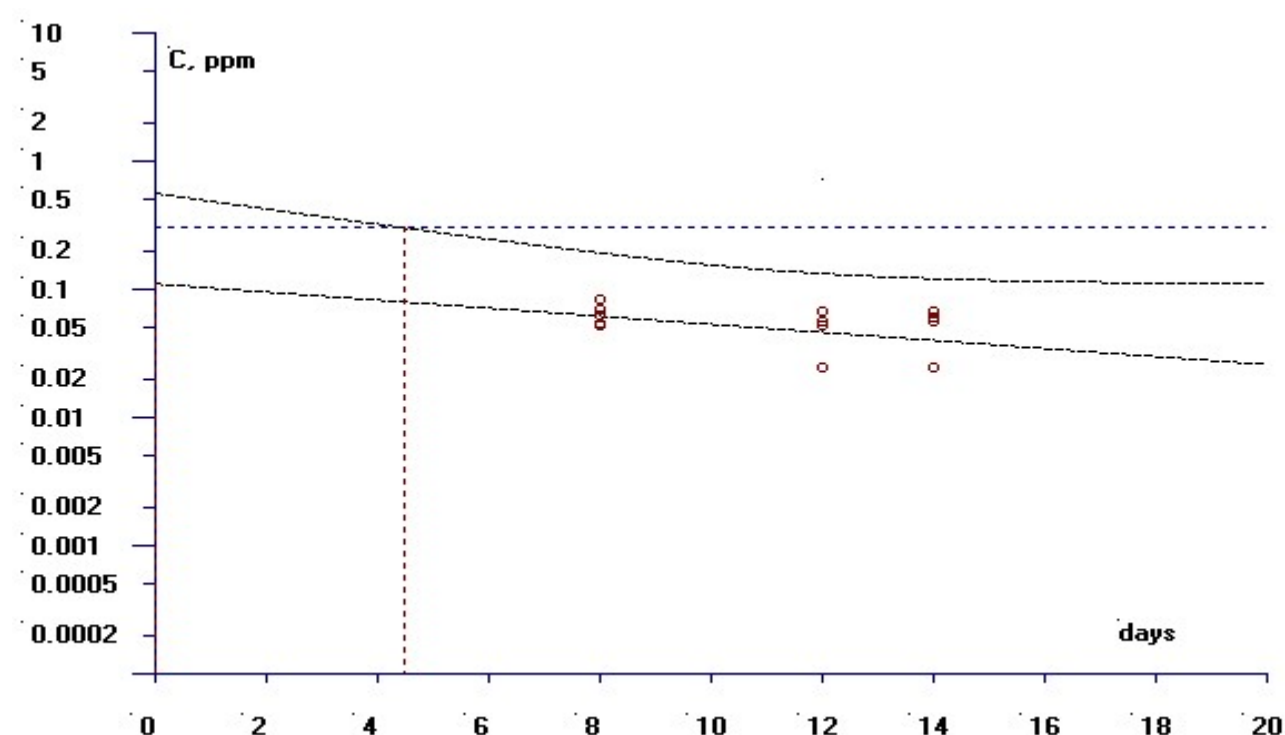


Рисунок 4. Найденная тенденция выведения флорфениколамина из мышечных тканей
Figure 4. Found trend for the elimination of florfenicolamine from muscle tissue

Полученные значения сроков выведения флорфениколамина округлялись до суток в большую сторону. Срок выведения действующего вещества составляет: в мышцах – 5 дней, в печени – 14 дней, в почках – 10 дней. Согласно статистическому анализу тенденций выведения флорфеникола и его метаболитов из органов и тканей поросят, которым применяли испытуемый препарат, результирующий срок предубойной выдержки, при котором концентрации действующего вещества и его метаболитов будут снижаться до МДУ соответствующих биоматриц, составил 14 суток.

Заключение. В результате проделанной работы были получены сроки выведения остаточных количеств флорфеникола и его метаболитов из органов и тканей свиней после применения препарата «Флорипрем 40» в течение семи дней в дозе 10 мг/кг массы животного по действующему веществу. Установлено, что флорфеникол и его метаболиты обнаруживаются в концентрациях, превышающих НПКО, в печени, почках и мышечной ткани у поросят спу-

стя 8-14 суток после окончания курсового применения препарата, при этом на 8-е сутки у животных № 3, 4, 5 в образцах печени уровни концентраций флорфениколамина оказались выше установленных МДУ. Для образцов тканей кожи с подкожно-жировой клетчаткой содержание флорфениколамина на уровнях, превышающих НПКО методики, не обнаружено, что свидетельствует об отсутствии накопления флорфениколамина в этих тканях.

В результате проведения статистической обработки данных в программе WT 1.4 для оценки сроков выведения действующего вещества препарата из организма поросят и статистического анализа тенденций выведения флорфеникола и его метаболитов из органов и тканей поросят определен срок предубойной выдержки, при котором концентрации действующего вещества и его метаболитов будут снижаться до утвержденных МДУ, равный 14 суткам.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что употребление в пищу продуктов животного происхождения, полученных после курсового перорального применения препарата «Флорипрем 40» на свиньях, не представляет опасности для здоровья человека спустя 14 суток после окончания применения препарата.

Список источников

1. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 22 февраля 2022 года).
2. Кундрюкова У.И., Шацких Е.В., Дроздова Л.И. Морфология мышечной ткани цыплят-бройлеров при замене в корме антибиотиков на биологически активную добавку // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 10 (204). С. 79-85. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-204-10-79-85>.
3. Ожидания потребителей о безопасности мяса птицы в связи с заменой кормовых антибиотиков в рационах цыплят-бройлеров / Д.Г. Тюрина, Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новикова, Л.А. Ильина, Е.А. Йылдырым, А.В. Дубровин, В.А. Филиппова, Е.А. Бражник, В.Х. Меликиди // Птицеводство. 2021. № 1. С. 49-53. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-204-10-79-85>.
4. Руди Д.Ю., Попова М.В., Петров С.И. Грубая погрешность и критерии их исключения // Сб. докл. 5-й междунар. науч.-практ. конф. «Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии» в рамках специализир. форума «Ехро Build Russia», Екатеринбург, 14 апреля 2016 г. Екатеринбург, 2016. С. 179-181.
5. Соколова О. Антибиотикорезистентность: контроль необходим // Животноводство России. 2021. № 7. С. 34-36.
6. Суворова Т.А., Силкина Н.И. Влияние антибактериального и пробиотического препаратов на специфический и неспецифический иммунитет и окислительные процессы в организме рыб // Труды ИБВВ РАН. 2019. Вып. 87 (90). С. 62-70. <https://doi.org/10.24411/0320-3557-2019-10020>.
7. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции». 2013. №034. Приложение 5. С. 4.
8. Фитобиотики как альтернатива антибиотикам в животноводстве / В.А. Рязанов, М.Я. Курилкина, Г.К. Дускаев, В.М. Габидулин // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 108-123. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-108>.
9. Anadon A, Martinez MA, Martinez M, Rios A, Caballero V, Ares I, Martinez-Larranaga MR. Plasma and tissue depletion of florfenicol and florfenicol-amine in chickens // Journal

- of Agricultural and Food Chemistry. 2008. Vol. 56 (22). P. 11049-11056. <https://doi.org/10.1021/jf802138y>.
10. Cannon M, Harford S, Davies J. A comparative study on the inhibitory actions of chloramphenicol, thiamphenicol and some fluorinated derivatives // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 1990. V. 26(3). P. 307-317. <https://doi.org/10.1093/jac/26.3.307>.
 11. Committee for veterinary medical products. Approach towards harmonization of withdrawal periods. London, UK: EMEA, 1996. P. 2-3.
 12. Committee for veterinary medical products. Florfenicol. Summary Report (1) / European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. London, UK: EMEA, 2001. 3 p.
 13. Committee for veterinary medicinal products. Florfenicol (Extension to all food producing species) / The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products Veterinary Medicines and Inspections. London, UK: EMEA, 2002. 2 p.
 14. Commission Regulation 37/2010 of 22 December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin // *Official Journal of the European Union*. 2010. Vol. 15. P. 1-72.
 15. General Principles for Evaluating the Human Food Safety of New Animal Drugs Used In Food-Producing Animals DRAFT REVISED GUIDANCE / Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Veterinary Medicine. U.S. July 2016.
 16. Guideline on determination of withdrawal periods for edible tissues / Committee for Medicinal Products for Veterinary Use. London, UK: EMA, 2018. 36 p.
 17. Papich MG. Saunders Handbook of Veterinary drugs: Small and Large Animal (4th Edition). St. Louis, Missouri: Elsevier Inc., 2016. P. 327-329.
 18. Saito-Shida S, Kashiwabara N, Nemoto S, Akiyama H. Determination of the total tulathromycin residues in bovine muscle, fat, and liver by liquid chromatography-tandem mass spectrometry // *Journal of Chromatography B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2019. Vol. 1110-1111. P. 51-58. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2019.02.011>.
 19. Sams RA. Florfenicol: chemistry and metabolism of a novel broad-spectrum antibiotic // *Tieraerztliche Umschau*. 1995. Vol. 50 (10). P. 703-707.
 20. Tao X, Jiang H, Yu X, Zhu J, Wang X, Wang Z, Niu L, Wu X, Xia X, Shi W, Shen J. Development and validation of a chemiluminescent ELISA for simultaneous determination of florfenicol and its metabolite florfenicol amine in chicken muscle // *Anal. Methods*. 2012. № 4. P. 4083-4090. <https://doi.org/10.1039/C2AY25702E>.

References

1. Unified sanitary-epidemiological and hygienic requirements for products (goods) subject to sanitary-epidemiological supervision (control) (as amended as of February 22, 2022). (In Russ.).
2. Kundryukova UI, Shatskikh YeV, Drozdova LI. Muscle tissue morphology of broiler chickens when substituting feed antibiotics with a biologically active supplement. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2021;204(10):79-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-204-10-79-85>.
3. Tiurina DG, Laptev GYu, Novikova NI, Ilyina LA, Yldyrym EA, Dubrovin AV, Filippova VA, Brazhnik EA, Melikidi VKh. Consumers' expectations regarding quality and

- safety of poultry meat as a driver for the substitution of antibiotic growth promoters in diets for broilers. *Pticevodstvo = Poultry Farming*. 2021;(1):49-53. (In Russ.). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-204-10-79-85>.
4. Rudi DY, Popova MV, Petrov SI. Gross error and criteria for their exclusion. *Sbornik dokladov 5-j mezhdunarodnoj nauch.-prakt. konf. «Effektivnoe i kachestvennoe snabzhenie i ispol'zovanie elektroenergii» v ramkah specializir. foruma «Expo Build Russia», Ekaterinburg, 14 aprelya 2016* [Collection of reports of the 5th international scientific and practical. conf. "Efficient and high-quality supply and use of electricity" within the framework of specialization. forum "Expo Build Russia", Ekaterinburg, April 14, 2016]. Ekaterinburg, 2016:179-181. (In Russ.).
 5. Sokolova O. Antibiotic resistance: control is necessary. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal Husbandry of Russia*. 2021;(7):34-36. (In Russ.).
 6. Suvorova TA, Silkina NI. Effect of antibacterial and probiotic preparations on specific and non-specific immunity and oxidative processes in the organism of fish. *Transactions of IBIW*. 2019;90(87):62-70. <https://doi.org/10.24411/0320-3557-2019-10020>.
 7. Technical regulations of the Customs Union "On the safety of meat and meat products". 2013;034(5):4. (In Russ.).
 8. Ryazanov V, Kurilkina M, Duskaev G, Gabidulin V. Phytobiotics as an alternative to antibiotics in animal husbandry. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4):108-123. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-108>.
 9. Anadon A, Martinez MA, Martinez M, Rios A, Caballero V, Ares I, Martinez-Larranaga MR. Plasma and tissue depletion of florfenicol and florfenicol-amine in chickens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008;56(22):11049-11056. <https://doi.org/10.1021/jf802138y>.
 10. Cannon M, Harford S, Davies J. A comparative study on the inhibitory actions of chloramphenicol, thiamphenicol and some fluorinated derivatives. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 1990;26(3):307-317. <https://doi.org/10.1093/jac/26.3.307>.
 11. Committee for veterinary medical products. Approach towards harmonization of withdrawal periods. London, UK: EMEA; 1996:2-3.
 12. Committee for veterinary medical products. Florfenicol. Summary Report (1) / European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. London, UK: EMEA; 2001:3.
 13. Committee for veterinary medicinal products. Florfenicol (Extension to all food producing species) / The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products Veterinary Medicines and Inspections. London, UK: EMEA; 2002:2.
 14. Commission Regulation 37/2010 of 22 December 2009 on pharmacologically active substances and their classification regarding maximum residue limits in foodstuffs of animal origin. *Official Journal of the European Union*. 2010;(15):1-72.
 15. General Principles for Evaluating the Human Food Safety of New Animal Drugs Used In Food-Producing Animals DRAFT REVISED GUIDANCE / Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Veterinary Medicine. U.S. July 2016.
 16. Guideline on determination of withdrawal periods for edible tissues / Committee for Medicinal Products for Veterinary Use. London, UK: EMA; 2018:36.
 17. Papich MG. Saunders Handbook of Veterinary drugs: Small and Large Animal (4th Edition). St. Louis, Missouri: Elsevier Inc.; 2016:327-329.

18. Saito-Shida S, Kashiwabara N, Nemoto S, Akiyama H. Determination of the total tulathromycin residues in bovine muscle, fat, and liver by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography B Analyt Technol Biomed Life Sci.* 2019;(1110-1111):51-58. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2019.02.011>.
19. Sams RA. Florfenicol: chemistry and metabolism of a novel broad-spectrum antibiotic. *Tieraerztliche Umschau.* 1995;50(10):703-707.
20. Tao X, Jiang H, Yu X, Zhu J, Wang X, Wang Z, Niu L, Wu X, Xia X, Shi W, Shen J. Development and validation of a chemiluminescent ELISA for simultaneous determination of florfenicol and its metabolite florfenicol amine in chicken muscle. *Anal. Methods.* 2012;(4):4083-4090. <https://doi.org/10.1039/C2AY25702E>.

Вклад авторов: Все авторы в равной степени участвовали в проведении исследований и подготовке рукописи к печати.

Contribution of the author's: All authors contributed equally to the research and preparation of the manuscript for publication.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Виолин Борис Викторович – ведущий научный сотрудник лаборатории фармакологии и токсикологии, Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук; 109428, Россия, Москва, Рязанский пр-т, д. 24, кор. 1; e-mail: b_viol@yahoo.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6519-4155>;

Абрамов Сергей Владиславович – директор, ООО «БИОВИЗОР»; 117186, Россия, Москва, ул. Нагорная, д. 3а; e-mail: 120.net@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9445-4577>;

Головин Вячеслав Викторович – главный специалист по доклиническим исследованиям, ООО «БИОВИЗОР»; 117186, Россия, Москва, ул. Нагорная, д. 3а; e-mail: v.golovin@biovizor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5123-9068>;

Кочетков Павел Павлович – руководитель лаборатории, ООО «БИОВИЗОР»; 117186, Россия, Москва, ул. Нагорная, д. 3а; e-mail: kochetkov@biovizor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6688-5540>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Boris V. Violin – Leading Researcher, Laboratory of Pharmacology and Toxicology, Federal Scientific Center – All-Russian Re-search Institute Experimental Veterinary Medicine named after K.I. Scriabin and Y.R. Kovalenko Russian Academy of Sciences; 24/1, Ryazan Avenue, Moscow, 109428, Russian Federation; e-mail: b_viol@yahoo.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6519-4155>;

Sergei V. Abramov – Director, LLC "BIOVIZOR"; 3a, Nagornaya str., Moscow, 117186, Russian Federation; e-mail: 120.net@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9445-4577>;

Vyacheslav V. Golovin – Chief Specialist in preclinical studies, LLC "BIOVIZOR"; 3a, Nagornaya str., Moscow, 117186, Russian Federation; e-mail: v.golovin@biovizor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5123-9068>;

Pavel P. Kochetkov – Head of the Laboratory, LLC "BIOVIZOR"; 3a, Nagornaya str., Moscow, 117186, Russian Federation; e-mail: kochetkov@biovizor.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6688-5540>.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 04.12.2023;
одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 25.12.2023;
принята к публикации / accepted for publication: 26.12.2023

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ /
RESEARCH ACTIVITY OF YOUNG SCIENTISTS

Обзорная статья / Review article

УДК 636.3

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-24-70-82

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ
КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ

GENETIC MARKERS OF MEAT PRODUCTIVITY
OF THE KALMYK SHEEP BREED

^{1,2}Екатерина В. Карпенко, кандидат биологических наук

²Арина А. Савельева, студент

¹Игорь В. Церенов, кандидат сельскохозяйственных наук

^{1,2}*Ekaterina V. Karpenko, PhD (Biology)*

²*Arina A. Savelieva, Student*

¹*Igor V. Tserenov, PhD (Agriculture)*

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Россия

²Волгоградский государственный университет, Волгоград

¹*Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

²*Volgograd State University, Volgograd, Russia*

Контактное лицо: Карпенко Екатерина Владимировна, ¹заведующая комплексной аналитической лабораторией, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; ²доцент кафедры биологии и биоинженерии, Волгоградский государственный университет; 400062, Россия, Волгоград, пр. Университетский, д. 100; e-mail: lab.niimmp@yandex.ru; тел.: 8 (8442) 39-35-66; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-6431>.

Для цитирования: Карпенко Е.В., Савельева А.А., Церенов И.В. Генетические маркеры мясной продуктивности калмыцкой породы овец // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 24, № 4. С. 70-82. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-70-82>.

Principal Contact: Ekaterina V. Karpenko, ¹Head 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; ²Associate Professor, Department of Biology and Bioengineering, Volgograd State University; 100, Universitetsky prospect, Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: lab.niimmp@yandex.ru; tel.: +7 (8442) 39-35-66; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-6431>.

For citation: Karpenko E.V., Savelieva A.A., Tserenov I.V. Genetic markers of meat productivity of the Kalmyk sheep breed. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;24(4):70-82. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-70-82>.

Резюме

Цель. Выявление генов, контролирующих мясную продуктивность и качество воспроизводства овец на примере калмыцкой курдючной породы.

Материалы и методы. В процессе выполнения работы использованы следующие основные методы: анализ, классификация, конкретизация, синтез, обобщение, а также ресурсы поисковых систем PubMed и eLIBRARY.

Обсуждение. В работе рассматриваются вопросы обнаружения молекулярно-генетических маркеров, отвечающих за племенную ценность мелкого рогатого скота. Детально рассмотрены гены, отвечающие за мясную продуктивность и методы их анализа.

Заключение. В ходе литературного обзора были выявлены множества генов-кандидатов, которые коррелируют с мясной продуктивностью, но из этого множества выделены более изученные: BMPR-IB, MSTN, CAPN1, GDF9, CAST, GH.

Ключевые слова: генетические маркеры, калмыцкая порода овец, мясная продуктивность, гены мясной продуктивности, BMPR-IB, MSTN, CAPN1, GDF9, CAST, GH

Abstract

Purpose. Identification of genes that control meat productivity and quality of reproduction of sheep using the example of the Kalmyk fat-tailed breed.

Materials and Methods. The following main methods were used in the process of performing the work: analysis, classification, specification, synthesis, generalization, as well as the resources of the search engines PubMed and eLIBRARY.

Discussion. The work examines the issues of detecting molecular genetic markers responsible for the breeding value of small ruminants. The genes responsible for meat productivity and methods of their analysis are examined in detail.

Conclusion. During the literature review, many candidate genes were identified that correlate with meat productivity, but from this set the more studied ones were identified: BMPR-IV, MSTN, CAPN1, GDF9, CAST, GH.

Keywords: genetic markers, Kalmyk sheep breed, meat productivity, meat productivity genes, BMPR-IB, MSTN, CAPN1, GDF9, CAST, GH

Введение. В обеспечении населения бараниной, шерстью, молоком и курдючным жиром важную роль играет овцеводство. За последние годы оно набирает мощный темп производства из-за миграции населения из стран Средней Азии, СНГ, Юга России и Кавказа, где преимущественно вероисповеданием является мусульманство, которое подразумевает некоторые ограничения в еде. Другим производственным фактором роста выступает увеличение экспорта российской баранины со стороны стран Ближнего Востока, Персидского залива и Китая (Церенов И.В. и др., 2022). У овец практически 75% питательных веществ из корма идет на образование мускулов, костяка и жира (Мельникова Е.В., 2016), что выгодно для фермеров, которые занимаются их разведением. Хозяйственное значение, экономическая ситуация и будущее развитие овцеводства в России зависят от продуктивности и окупаемости овец, что дает основание многим исследователям и ученым искать способы улучшения уже имеющегося генофонда пород мясных овец. Их целью является развития генетических ресурсов овец, которые обладают высокими показателями мясной продуктивности (упитанность, относительная скорость роста, абсолютный и относительный приросты живой массы и т.д.) (Погодаев В.А. и др., 2019). Это осуществимо при помощи поиска генов кандидатов, которые связаны с полезными качествами. Калмыцкая курдючная порода – наиболее перспективная порода овец для развития её генетического потенциала.

Цель работы – провести поисковые исследования с целью выявления генов, контролирующих мясную продуктивность и качество воспроизводства овец на примере калмыцкой курдючной породы.

Материалы и методы. Литературный обзор научных исследований был произведен при помощи ресурсов поисковых систем PubMed и eLIBRARY по ключевым словам. Для обзора

были использованы статьи, содержащие доказательную экспериментальную и базу по вопросам мясной продуктивности калмыцких овец. В процессе выполнения работы использованы следующие основные методы: анализ, классификация, конкретизация, синтез, обобщение.

Обсуждение. На сегодняшний день овцеводство – главное звено животноводства в большинстве стран мира (Войтюк М.М. и Мачнева О.П., 2021). Овцеводство можно рассматривать не только в качестве способа удовлетворения потребностей в продуктах питания и шерсти, но и как сырье для фармакологических и медицинских технологий (Погодаев В.А. и др., 2019). Были проведены исследования по использованию овечьего молока, как основы в производстве йогуртов (Оспанов А.Б. и др., 2022). По своим биологическим характеристикам овцы представляют собой перспективное сельскохозяйственное животное, способное эффективно использовать естественные пастбища. Разведение овец обеспечивает выгоду не только в виде получения сырья, но и в экономическом аспекте (Погодаев В.А. и др., 2019).

Основные показатели мясной продуктивности: относительная скорость роста, абсолютный и относительный приросты живой массы, упитанность, линейные промеры и индексы телосложения (Погодаев В.А. и др., 2019). Высокий удельный вес маток в стаде позволяет быстро увеличить количество овец, производство баранины и шерсти (Зулаев М.С. и Яблуновский М.Ю., 2017). Критерием мясной продуктивности можно отметить убойный выход, который выражается в процентах и определяется отношением массы туши с внутренним жиром к предубойной массе (Погодаев В.А. и др., 2019). Эффективное производство баранины базируется на таких показателях, как физиологическая зрелость в возрасте 8-10-мес., получение мясной и овчинной продукции в возрасте 4-6 мес., высокие мясные и откормочные качества, плодовитость овцематки за 1 год, раннее отнятие ягнят от овцематок (в возрасте около 2 мес.) (Колосов Ю.А., 2017). Спаривание овец может быть проведено с применением метода искусственного осеменения маток в определенный период времени – октябре или ноябре. Основная цель этого метода заключается в том, чтобы позволить ягнятам рождаться в оптимальное время – конец марта или начало апреля. Перед проведением осеменения, бараны должны быть переведены на усиленное питание за 45 дней. Это позволяет гарантировать лучшую физическую форму баранов и повышает вероятность успешного спаривания (Зулаев М.С. и Яблуновский М.Ю., 2017).

В эпоху переселения хана Аюки с калмыками в Россию в XVII веке появились калмыцкие курдючные овцы, привезенные из регионов Монголии и Западного Китая. В процессе движения народа некоторая часть этих курдючных стад смешалась с местными породами овец, что привело к созданию уникальных гибридов курдючных овец (Зулаев М.С. и др., 2017).

Изначально поголовье калмыцких курдючных овец формировалось в совхозе имени 28 Армии в Яшкульском районе Республики Калмыкия. Часть этих овец была передана в ОАО ПЗ «Кировский» в том же районе. Для разведения калмыцких курдючных овец использовались две группы маток: первая группа была привезена из Астраханской области, а для второй группы использовались местные курдючные овцы разных видов (калмыцко-эдильбаевские). В качестве баранов-производителей использовали торгудскую породу, которую привезли из ОПХ «Кушар» Синьцзян-Уйгурского автономного района в 1988 году (Китай). В заключительной стадии создания породы калмыцких курдючных овец использовали баранов-производителей нового генотипа, которых получили в результате разведения «в себе». Применение сложного воспроизводительного скрещивания помогло ученым создать популяцию нового генотипа овец с высокими мясными характеристиками в совокупности с впечатляющим настригом шерсти. От такого скрещивания у помесей выводимого типа остались приспособительные особенности местных курдючных овец (Юлдашбаев Ю.А. и др.,

2013). Местные эдильбаевские курдючные бараны имели массу 83,7 кг, а матки – 59,1 кг (на 6,6 и 7,0% меньше, чем у новой породы овец). Настриг невытравленной шерсти по баранам новой породы составил 3,1 кг (на 0,5 кг больше, чем у местных баранов). Воспроизводительные качества калмыцких курдючных маток несколько выше по сравнению с местными матками. На 100 калмыцких курдючных маток (начало ягнения) получено по 113,3%, на отелавшихся маток – по 125,9% (на 8,7 и 4,5% больше по сравнению с местными матками) (Юлдашбаев Ю.А. и Салаев Б.К., 2017).

Характеристики калмыцких курдючных овец: высокий рост, высоконоготность и грубая шерсть; развитая грудная клетка, спина прямая и широкая; широкое туловище, прямой крестец, крепкие ноги с развитыми сухожилиями; массивная голова, длинные уши; шея средней величины. Шерсть рыжая, светло-рыжая и белая. Шерсть белой окраски наиболее востребована для промышленности (Зулаев М.С. и Яблуновский М.Ю., 2017), поэтому ведется работа по выведению породы, которая характеризуется только белой окраской шерстного покрова и черной окраской головы (Куликова А.Я. и др., 2017). У маток рога отсутствуют, у баранов есть рога в зачаточном состоянии. Живая масса баранов 99-106 кг и более, овцематок – от 60 до 70 кг, ярок (в возрасте 18 месяцев) – более 55 кг. Живая масса баранчиков при продаже их на мясо в год рождения – 35-40 кг и более, ягнят при рождении – около 5 кг. Отличительная особенность поведения калмыцких овец – активная двигательная деятельность (Зулаев М.С. и Яблуновский М.Ю., 2017). Отношение количества влаги к жиру – важная оценка качества мяса, соотношение у калмыцких курдючных овец – 4,24-3,9% (Зулаев М.С. и др., 2012). Еще одна характерная черта – во время поедания растения используют в корм побег растения, оставляя корневую систему нетронутой (Зулаев М.С. и Яблуновский М.Ю., 2017). Самки калмыцкой курдючной породы немногплодные (двойни встречаются в 5-10%), зато отличаются хорошими материнскими инстинктами (Погодаев В.А. и др., 2019). Мясо овец содержит много калия, магния, натрия, фосфора, меди, цинка, железа, селена, кремния и марганца. Такой состав микро- и макроэлементов мяса говорит об улучшении иммунитета и продуктивности овец (Горлов И.Ф. и др., 2022). Также улучшение мясной продуктивности осуществляется контролем питания, а именно увеличения рационов с высоким уровнем концентрированных кормов, что сопровождается ростом живой массы на 11,6% (Бойко Н. и др., 2022). Кроме того, стоит учитывать, что при скрещивании межпородных особей тоже можно получить улучшение мясной продуктивности, например, скрещивание маток калмыцкой курдючной породы с баранами полл дорсет x северокавказская скороспелого типа свидетельствует, что помесные животные уступают чистопородным сверстникам по массе парной туши и убойной массе, но превосходят их по содержанию мякоти в туше и коэффициенту мясности (Омаров А.А. и др., 2017).

Формирование стад с желательным уровнем продуктивности на основе ДНК-маркеров – заслуга современной молекулярной генетики и это основная ее задача в селекции на данный момент (Чижова Л.Н. и др., 2016). ДНК-маркерами являются гены, генетическая природа которых хорошо и достоверно известна (Сорокина И.Н., 2013). ДНК-маркеры – полиморфные участки ДНК с неизвестными функциями, но с известной позицией в хромосоме, преимущество которых в том, что изменения в последовательности ДНК являются основой всех последующих изменений в организме (Мамонтова Т.В. и Айбазов М.М., 2016). Главная особенность данного вида исследования заключается в том, что исследование применено для оценки продуктивного потенциала сельскохозяйственных животных в самом раннем возрасте при их жизни (Чижова Л.Н. и др., 2016). Также определение взаимосвязи с некоторыми хозяйственно-полезными признаками осуществляют с помощью полиморфных систем трансферрина и полиморфных белков (Чортонбаев Т.Д. и Осмонова Б.М., 2015).

В овцеводстве применяются следующие маркеры. Классические генетические маркеры, при использовании которых фиксируется частота их распределения. Маркеры этой группы генотируются с использованием различных иммунологических методов, методов электрофоретического, изоэлектрофоретического разделения и др. (Сорокина И.Н., 2013). Маркеры делятся на три основных класса: морфологические маркеры (выявляемые на уровне фенотипа организма), молекулярные маркеры (выявляемые на уровне нуклеиновых кислот), цитогенетические и биохимические маркеры (различные белки, в том числе ферменты, и метаболиты) (Чесноков Ю.В., 2018). Изоферменты – генетически детерминированные молекулярные формы ферментов, которые можно обнаружить у особей одного вида, обладают одинаковой специфичностью, но различаются первичной структурой и физическими и химическими свойствами (Мухина Ж.М. и Дубина Е.В., 2011). «Идеальный» генетический маркер должен обладать следующими качествами: полиморфность, мультиаллельность, кодоминантность, неэпистатичность, «нейтральность» и нечувствительность к воздействию окружающей среды (Чесноков Ю.В., 2018).

Молекулярно-генетические маркеры основаны на:

- 1) методе полимеразной цепной реакции (ПЦР);
- 2) молекулярно-генетической блот-гибридизации – Саузерн-, Вестерн- и дот-гибридизации;
- 3) методах секвенирования нуклеиновых кислот и на основе ДНК-чип технологий (Чесноков Ю.В., 2018).

Поиск генов-кандидатов, полиморфизм которых играет важную роль в ценных признаках, в основном, выполняется двумя путями. Один из них – картирование главных генов количественных признаков (Quantitative Trait Loci – QTL). Поиск ассоциаций между полиморфизмом комплекса молекулярно-генетических маркеров с характерным ценным признаком (признаков) у животных позволяет рассчитывать, что внимание к комплексным генотипам позволит улучшить племенную ценность животных. Проявление ценных генов зависит от окружающей среды, что, в свою очередь, снижает надежность данного подхода и вероятность его эффективности. Вместо этого можно использовать другой подход к поиску генов, обладающих контрольными хозяйственно ценными признаками, – возможность выявления генов, чьи продукты могут критически влиять на проявление отдельных элементарных признаков, являться основой более сложных и ценных характеристик. Таким образом, сохранение и конструирование генотипов, которые с большей вероятностью будут проявлять желательные хозяйственно ценные признаки, успешно развивается в мясном скотоводстве (Глазко Т.Т. и др., 2008).

Сегодня исследование полиморфизма потенциальных генов-маркеров продуктивных характеристик овец является актуальным и своевременным. В настоящее время ученые особенно заинтересованы в генах или генных семействах, которые играют важную роль в улучшении скорости роста, таких как развитие мышц (миогенез) и обмен жировой ткани (Погодаев В.А. и др., 2018). Доказана высокая информативность одиночных нуклеотидных полиморфизмов (SNP) – генетических маркеров, ассоциированных с желательным сочетанием проявления хозяйственно ценных признаков (Чижова Л.Н. и др., 2016).

После долгого поиска генов, которые коррелируют с мясной продуктивностью у овец, найдены следующие гены: гормон роста (GH) (Погодаев В.А. и др., 2019), миостатин (MSTN) (Mirhoseini SZ and Zare J, 2012), гены кальпастин-кальпаинового каскада (CAPN1, CAST), ген морфогенетического белка кости (BMPR-1B), ростовой дифференцирующий фактор (GDF5) (Суховаева А.В., 2020), лептин (LEP), тиреоглобулин (TG5), белок, связывающий жирные кислоты (FABP4) (Трухачев В.И. и др., 2018). Следующие менее изученные гены (при помо-

щи полногеномных исследований с использованием ДНК-чипа средней плотности): GRM1, MBD5, UBR2, RPL7 и SMC2 в качестве потенциальных кандидатов интенсивности роста ягнят (Колосов Ю.А. и др., 2017). Также известны такие гены, как ген *ACACA*, влияющий на толщину мышц; ген *NCAPG*, влияющий на массу тела, прирост после отъема; ген *LCORL*, влияющий на массу тела, прирост после отъема (Zlobin AS et al., 2019). Также обнаружены гены *BMPR1B*, *FOXO4*, отвечающие за фертильность; *CEBPA*, *CEBPG*, *DLX3*, *DLX4*, *GBAS*, *NSMAF*, *PDE3A*, *PEPD*, *SDCBP*, *TNRC6A*, *UTRN*, отвечающие за качество мяса; *RMI1*, *GPR21*, *SCD5*, *CADM1*, отвечающие за размеры тела (Xu SS et al., 2021).

Хочется выделить отдельно полиморфизм гена *callipyge* (*CLPG*) у овец эдильбаевской, волгоградской и калмыцкой пород. Фенотипическая мутация в каллипиге-однонуклеотидном полиморфизме проявляется мышечной гипертрофией в области таза и задних конечностей. У ягнят каллипиги обнаружен более высокий процент мясного выхода, более крупная поясница и более нежирное мясо, конечности ценились выше. К сожалению, отрицательной чертой, даже дефектом каллипиговых ягнят является высокая жесткость мяса. В исследованиях был выявлен только генотип *AA* и аллели *A* и *G*. Таким образом, изменения в мышечной ткани происходят благодаря «быстрым» волокнам с гликолитическим типом метаболизма, в процентном соотношении имеют больший диаметр по сравнению с другими типами мышечных волокон. Ген *CLPG* способствует интенсивному развитию мышечной ткани и рекомендован в качестве ДНК-маркера, влияющего на высокие выходы мяса, но гипертрофия появилась у ягненка с 8-недельного возраста, но не проявилась у 2-недельного ягненка, поэтому необходимо дальше исследовать развитие каллипиговых овец (Gorlov IF et al., 2019).

Детальнее рассмотрим гены мясной продуктивности: *BMPR-1B*, *MSTN*, *CAPN1*, *GDF9*, *CAST* и *GH* (таблица 1).

Таблица 1. Гены мясной продуктивности

Table 1. Meat productivity genes

Ген <i>The gene</i>	Характеристика <i>Characteristic</i>	Особенности <i>Features</i>	Маркер <i>Marker</i>
Ген рецептора морфогенетического белка кости (<i>BMPR-1B</i>)	6 хромосома (Суховеева А.В., 2020)	Система контроля фолликулогенеза яичников и скорости овуляции у овец; участие в фосфорилировании эндоплазматических веществ и взаимодействие с генами морфогенетических белков кости (Суховеева А.В., 2020)	Маркер раннего отбора высокопродуктивных маток (Суховеева А.В., 2020)
Ген миостатина (<i>MSTN</i>)	2 хромосома (Osman NM et al., 2021)	Регуляции мышечной массы посредством регуляции мышечного роста, дифференцировки и регенерации (Osman NM et al., 2021); фактор роста и дифференцировки 8 (<i>GDF8</i>) (Трухачев В.И. и др., 2018)	Маркер для улучшения характеристик роста у овец (Osman NM et al., 2021)
Ген кальпаstatин (<i>CAPN1</i>)	5 хромосома (Трухачев В.И. и др., 2018)	Аминокислотные замены могут влиять на физико-химические свойства белка <i>CAST</i> , включая гидрофобность, амфифильность, суммарный заряд и активность Ca^{2+} -каналов (Трухачев В.И. и др., 2018)	Маркер, отвечающий за нежность мяса (Трухачев В.И. и др., 2018)

Таблица 1. Продолжение

Table 1. Continuation

Ген <i>The gene</i>	Характеристика <i>Characteristic</i>	Особенности <i>Features</i>	Маркер <i>Marker</i>
Ген дифференциального фактора роста (<i>GDF9</i>)	5 хромосома, представлен двумя аллелями: А и G (Широкова Н.В. и др., 2015)	Является членом суперсемейства трансформирующего фактора роста β , белковый продукт которого способствует процессу развития фолликулов, ооцитов и пролиферации/апоптоза (Широкова Н.В. и др., 2015)	Маркер плодовитости (Широкова Н.В. и др., 2015)
Ген нежности мяса кальпастатин (<i>CAST</i>)	5 хромосома, представлен двумя аллелями: М и N (Погодаев В.А. и др., 2019)	Проведенные исследования у овец позволили выявить связь полиморфных вариантов гена <i>CAST</i> с нежностью мяса при созревании после проведения убоя. Одним из рассматриваемых вариантов полиморфности является олигонуклеотидная замена G/A в гене кальпастатина (<i>CAST</i>) (Фоминова И.О. и др., 2020). Анализ количества насыщенных и ненасыщенных кислот установил, что их концентрация зависит от генотипа. У овец с гомозиготным <i>CAST^{NN}</i> генотипом больше концентрация жирных кислот (например: пальмитиновая, стеариновая, линолевая, арахидоновая) (Чижова Л.Н. и др., 2020)	Маркер производительности по набору веса и качества мяса (Погодаев В.А. и др., 2019)
Гормон роста соматотропин (<i>GH</i>)	3 хромосома, представлен двумя аллелями: А и В (Погодаев В.А. и др., 2019)	Координация и регулирование скорости протекания обменных процессов усиливает биосинтез белка, ДНК, РНК и гликогена и способствует мобилизации жиров из депо и распаду высших жирных кислот и глюкозы в тканях, регуляция ростовых процессов, клеточной пролиферации и дифференцировки (Погодаев В.А. и др., 2019). Сравнительный анализ показателей иммунной реактивности показал, что у ягнят с генотипом <i>GH^{BB}</i> количество Т-; В-клеток независимо от возраста выше (Л.Н. Чижова и др., 2020)	Маркер ускоренного роста (Погодаев В.А. и др., 2019)

Заключение. В настоящее время обнаружены следующие гены овец, связанные с мясной продуктивностью: *GH*, *CAPN1*, *CAST*, *MSTN*, *GDF5*, *BMPR-1B*, *TG5*, *LEP*, *FABP4*, *GRM1*, *MBD5*, *UBR2*, *RPL7*, *SMC2*, *ACACA*, *NCAPG*, *BMPR1B*, *FOXO4*, *CEBPA*, *CEBPG*, *DLX3*, *DLX4*, *GBAS*, *NSMAF*, *PDE3A*, *PEPD*, *SDCBP*, *TNRC6A*, *UTRN*, *RMI1*, *GPR21*, *SCD5*, *CADM1*. Хорошо

изучены и найдены у калмыцкой курдючной породы из этого списка лишь некоторые гены, а именно: *BMPR-IB*, *MSTN*, *CAPN1*, *GDF9*, *CAST* и *GH*. У исследователей и ученых есть все возможности в обнаружении уже известных, но малоизученных генов либо открытие новых генов-кандидатов, связанных с мясной продуктивностью калмыцкой курдючной породы овец.

Благодарность: Работа выполнена по гранту РФФ 22-16-00041, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: The work was carried out under a grant of the Russian Science Foundation No. 22-16-00041, VRIMMP.

Список источников

1. Биотехнологические методы изучения полиморфизма гена гормона роста / Ю.А. Колосов, П.С. Кобыляцкий, Н.В. Широкова, Л.В. Гетманцева, Н.Ф. Бакоев // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 2 (42). С. 82-86.
2. Войтюк М.М., Мачнева О.П. Современное состояние овцеводства в России // Эффективное животноводство. 2021. № 4 (170). С. 102-105. <https://doi.org/10.24412/cl-33489-2021-4-102-105>.
3. Генетические маркеры мясной продуктивности овец (*Ovis aries* L.). Сообщение I. миостатин, кальпаин, кальпастатин / В.И. Трухачев, М.И. Селионова, А.Ю. Криворучко, А.М.М. Айбазов // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 6. С. 1107-1119. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.6.1107rus>.
4. Глазко Т.Т., Комаров А.Б., Борзаковская Е.В. ДНК-технологии для повышения мясной продуктивности // Известия ТСХА. 2008. № 1. С. 75-80.
5. Зулаев М.С., Надбитов Н.К., Яблуновский М.Ю. Современное состояние овцеводства Калмыкии и пути его дальнейшего развития // Сельскохозяйственный журнал. 2017. Т. 1, № 10. С. 144-150.
6. Зулаев М.С., Яблуновский М.Ю. Овцеводство Калмыкии и его совершенствование // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2017. Т. 6, № 1. С. 8-12.
7. Колосов Ю.А. Мясное овцеводство как элемент стратегии отрасли // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2017. Т. 6, № 1. С. 47-51.
8. Куликова А.Я., Юлдашбаев Ю.А., Салаев Б.К. Шерстная продуктивность и физико-механические свойства неоднородной шерсти калмыцких курдючных овец // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2017. Т. 6, № 3. С. 47-54.
9. Мамонтова Т.В., Айбазов М.М. Генетические маркеры в селекции животных: опыт и перспективы // Сельскохозяйственный журнал. 2016. Т. 1, № 9. С. 480-485.
10. Мельникова Е.В. Овцеводство и козоводство: тенденции к развитию // Символ науки. 2016. Т. 4, № 4. С. 61-64.
11. Мухина Ж.М., Дубина Е.В. Молекулярные маркеры и их использование в селекционно-генетических исследованиях // Научный журнал КубГАУ. 2011. № 66. С. 386-496.
12. Мясная продуктивность и качество мяса калмыцких курдючных овец / М.С. Зулаев, Н.К. Надбитов, М.Ю. Яблуновский, Т.Х. Надбитова // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2012. № 1 (24). С. 45-49.
13. Новая порода овец – калмыцкая курдючная / Ю.А. Юлдашбаев, А.Н. Арилов, М.С. Зулаев, Б.Е. Гаряев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 109-112.

14. Оптимизация техники проведения ПЦР-ПДРФ для генотипирования овец / Н.В. Широкова, Ю.А. Колосов, Л.В. Гетманцева, А.В. Радюк, Н.Ф. Бакоев // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 113. С. 1473-1481.
15. Особенности минерального состава мяса калмыцких курдючных овец выводимого типа / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, С.А. Князева, И.В. Церенов, Е.В. Карпенко, Е.С. Воронцова, Н.И. Мосолова // Известия НВ АУК. 2022. Т. 2, № 66. С. 185-190. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-02-23>.
16. Оценка возможности использования козьего и овечьего молока в производстве йогуртов / А.Б. Оспанов, Е.М. Щетинина, Ш.М. Велямов, Р.К. Макеева // Ползуновский вестник. 2022. Т. 1, № 4. С. 154-159. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.020>.
17. Перспективы индустриализации овцеводства России / И.В. Церенов, Ю.А. Юлдашбаев, А.М. Абдулмуслимов, А.К. Натыров // Индустриальная экономика. 2022. Т. 2, № 4. С. 190-196. https://doi.org/10.47576/2712-7559_2022_4_2_190.
18. Погодаев В.А., Кононова Л.В., Адучиев Б.К. Полиморфизм генов кальпастина и соматотропина у овец Калмыцкой курдючной породы и помесей ($1/2$ калмыцкая курдючная + $1/2$ дорпер) // Вестник Ульяновской ГСХА. 2019. Т. 3, № 47. С. 141-145. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2019-3-141-145>.
19. Полиморфизм гена CAST, особенности жирнокислотного состава липидов крови овец разных генотипов в онтогенезе / Л.Н. Чинова, Е.С. Суржикова, Е.Д. Луцива, Н.И. Ефимова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 6. С. 47-51. <https://doi.org/10.18551/issn1997-0749.2020-06>.
20. Полиморфизм гена GH, особенности жирнокислотного состава крови овец разных генотипов в онтогенезе / Л.Н. Чинова, Е.С. Суржикова, А.К. Михайленко, Е.Д. Луцива, Н.И. Ефимова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 5. С. 111-116. <https://doi.org/10.18551/issn1997-0749.2020-05>.
21. Продуктивные признаки и пищевое поведение баранов при различных условиях кормления / Н. Бойко, И. Корх, И. Помитун, Н. Косова, Е.И. Чигринов // Разведение животных и генетика. 2022. № 63. С. 20-28.
22. Результаты скрещивания овец калмыцкой курдючной породы с баранами создаваемого скороспелого типа / А.А. Омаров, Л.Н. Скорых, Д.В. Коваленко, Р.Г. Гусейнова // Сельскохозяйственный журнал. 2017. Т. 1, № 10. С. 236-241.
23. Сорокина И.Н. Теоретические модели структуры популяций и генетические маркеры, используемые в популяционно-генетических исследованиях // Актуальные проблемы медицины. 2013. Т. 11, № 154. С. 166-169.
24. Суховеева А.В. Генетические маркеры в селекции овец // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (13). С. 79-83. <https://doi.org/10.25930/2687-1254/013.5.13.2020>.
25. Фоминова И.О., Скорых Л.Н., Коваленко Д.В. Биотехнологические методы исследования полиморфизма генов саматотропина и кальпастина // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (13). С. 83-88. <https://doi.org/10.25930/2687-1254/014.5.13.2020>.
26. Хозяйственно-полезные качества и биологические особенности овец, полученных от скрещивания пород калмыцкая курдючная и дорпер в условиях аридной зоны Калмыкии / В.А. Погодаев, Н.В. Сергеева, Ю.А. Юлдашбаев, А.И. Ерохин, Е.А. Карасев, Т.А. Магомадов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. Вып. 4. С. 58-76. <https://doi.org/10.34677/0021-342-2019-4-58-76>.
27. Чесноков Ю.В. Генетические маркеры: сравнительная классификация молекулярных маркеров // Овощи России. 2018. № 3 (41). С. 11-15.

28. Чижова Л.Н., Шарко Г.Н., Михайленко А.К. Генетические маркеры в мясном скотоводстве // Сельскохозяйственный журнал. 2016. Т. 2, № 9. С. 258-264.
29. Чортонбаев Т.Д., Осмонова Б.М. Трансферриновые маркеры у овец и их использование в селекции // Животноводство и кормопроизводство. 2015. Т. 92, № 4. С. 24-29.
30. Юлдашбаев Ю.А., Салаев Б.К. Сравнительная характеристика продуктивных особенностей курдючных овец Калмыкии // Сельскохозяйственный журнал. 2017. Т. 1, № 10. С. 333-339.
31. Genetic variations in the *Myostatin* gene affecting growth traits in sheep / NM Osman, HI Shafey, MA Abdelhafez, AM Sallam, KF Mahrous // Vet World. 2021. Vol. 14, № 2. P. 475-482. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.475-482>.
32. Mirhoseini SZ, Zare J. The role of myostatin on growth and Carcass traits and its application in animal breeding // Life Science Journal. 2012. Vol. 3, № 9. P. 2353-2357.
33. Polymorphism of *CLPG* gene in three sheep breeds grown in the steppe zone of the Russian Federation / IF Gorlov, NV Shirokova, YA Kolosov, AY Kolosov, LV Getmantseva, MI Slozhenkina, NI Mosolova, EY Anisimova, VV. Ponomariov // J Adv Vet Anim Res. 2019. Vol. 7, № 1. P. 51-55. <https://doi.org/10.5455/javar.2020.g392>.
34. Recent advances in understanding genetic variants associated with growth, carcass and meat productivity traits in sheep (*Ovis aries*): an update / AS Zlobin, NA Volkova, PM Borodin, TI Aksenovich, YA Tsepilov // Arch Anim Breed. 2019. Vol. 62, № 2. P. 579-583. <https://doi.org/10.5194/aab-62-579-2019>.
35. Whole-Genome Selective Scans Detect Genes Associated With Important Phenotypic Traits in Sheep (*Ovis aries*) / Xu SS, Gao L, Shen M, Lyu F // Front Genet. 2021. Vol. 12. Article number: 738879. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.738879>.

References

1. Kolosov YuA, Kobylazki PS, Shirokova NV, Getmanceva LV, Bakoyev NF. Biotechnological methods of study of growth hormone gene polymorphism. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far East Agrarian Bulletin*. 2017;42(2):82-86. (In Russ.).
2. Voytyuk MM, Machneva OP. The current state of sheep breeding in Russia. *Effektivnoe zhivotnovodstvo = Efficient livestock farming*. 2021;170(4):102-105. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/cl-33489-2021-4-102-105>.
3. Trukhachev VI, Selionova MI, Krivoruchko AYU, Aibasov AMM. Genetic markers of meat productivity of sheep (*ovis aries* L.). I. myostatin, calpain, calpastatin. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural biology*. 2018;53(6):1107-1119. (In Russ.). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.6.1107rus>.
4. Glazko TT, Komarov AB, Borzakovskaya EV. DNA technologies to improve meat productivity. *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2008;(1):75-80. (In Russ.).
5. Zulaev MS, Nadbitov NK, Yablunovsky MYu. The current state of sheep breeding in Kalmykia and ways of its further development. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal = Agricultural journal*. 2017;10(1):C. 144-150. (In Russ.).
6. Zulaev MS, Yablunovsky MYu. Sheep breeding in Kalmykia and its improvement. *Sbornik nauchnyh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva = Collection of scientific papers of the North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry*. 2017;6(1):8-12. (In Russ.).

7. Kolosov JA. Mutton sheep breeding as an industry strategy. *Sbornik nauchnyh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva* = *Collection of scientific papers of the North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry*. 2017;6(1):47-51. (In Russ.).
8. Kulikova AY, Yuldashbaev YuA, Salaev BK. Wool productivity and physical-and-mechanical properties of heterogeneous wool of Kalmyk fat-rumped sheep. *Sbornik nauchnyh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva* = *Collection of scientific papers of the North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry*. 2017;6(3):47-54. (In Russ.).
9. Mamontova TV, Aybazov MM. Genetic markers in animal breeding: experience and prospects. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal* = *Agricultural journal*. 2016;9(1):480-485. (In Russ.).
10. Melnikova EV. Sheep and goat farming: development trends. *Simvol nauki* = *Symbol of science*. 2016;4(4):C. 61-64. (In Russ.).
11. Mukhina ZhM, Dubina EV. Molecular markers and how to use them in breeding and genetic researchers. *Nauchnyj zhurnal KubGAU* = *Scientific Journal of KubSAU*. 2011;(66):386-496. (In Russ.).
12. Zulaev MS, Nadbitov NK, Yablunovsky MYu, Nadbitova T.Kh. Meat productivity and quality of meat of Kalmyk fat-tailed sheep. *Vestnik Instituta kompleksnyh issledovanij aridnyh territorij* = *Bulletin of the Institute for Comprehensive Research of Arid Territories*. 2012;24(1):C. 45-49. (In Russ.).
13. Yuldashbaev YuA, Arilov AN, Zulaev MS, Garyaev BYe. A new sheep breed – Kalmyk fat-tailed. *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii* = *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2013;(3):109-112. (In Russ.).
14. Shirokova NV, Kolosov YuA, Getmantseva LV, Raduk AV, Bakoev NF. Optimization techniques for PCR-RFLP for genotyping sheep. *Nauchnyj zhurnal KubGAU* = *Scientific Journal of KubSAU*. 2015;(113):1473-1481. (In Russ.).
15. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Knyazeva SA, Cerenov IV, Karpenko EV, Vorontsova ES, Mosolova NI. The features of the mineral composition of the meat of the Kalmyk breeds of sheep of «Kurdyuk» type. *Izvestiya NV AUK* = *Proc. of the Lower Volga AgroUniversity Comp*. 2022;66(2):185-190. (In Russ.). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-02-23>.
16. Ospanov AB, Shchetinina EM, Velyamov ShM, Makeeva RK. Evaluation of the possibility of using goat and sheep milk in yoghurt production. *Polzunovskij vestnik* = *Polzunovskiy vestnik*. 2022;4(1):154-159. (In Russ.). <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.020>.
17. Tserenov IV, Yuldashbaev YuA, Abdulmuslimov AM, Natyrov AK. Prospects for the industrialization of sheep breeding in Russia. *Industrial'naya ekonomika* = *Industrial economy*. 2022;4(2):190-196. (In Russ.). https://doi.org/10.47576/2712-7559_2022_4_2_190.
18. Pogodayev VA, Kononova LV, Aduchiyevev BK. Polymorphism of calpastatine genes and somatotropin of Kalmyk fat-tailed breed and crossbreed (½ Kalmyk fat-breed + ½ Dorper). *Vestnik Ul'yanovskoj GSKHA* = *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019;47(3):141-145. (In Russ.). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2019-3-141-145>.
19. Chizhova LN, Surzhikova ES, Lutsiva ED, Efimova NI. CAST gene polymorphism, features of fatty acid composition of blood lipids of sheep different genotypes in ontogenesis. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii* = *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020;(6):47-51. <https://doi.org/10.18551/issn1997-0749.2020-06>.

20. Chizhova LN, Surzhikova ES, Mikhailenko AK, Lutsiva ED, Efimova NI. GH gene polymorphism, features of the fatty acid composition in the sheep blood of different genotypes in ontogenesis. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020;(5):111-116. (In Russ.). <https://doi.org/10.18551/issn1997-0749.2020-05>.
21. Boyko N, Korkh I, Pomitun I, Kosova N, Chigrinov EI. Productive traits and feeding behavior of rams under different feeding conditions. *Genetika i razvedenie zhivotnyh = Genetics and breeding of animals*. 2022;(63):20-28. (In Russ.).
22. Omarov AA, Skorykh LN, Kovalenko DV, Huseynova RG. Results of crossing Kalmyk fat-tailed sheep with rams of the created early ripening type. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal = Agricultural journal*. 2017;10(1):236-241. (In Russ.).
23. Sorokina IN. Theoretical models of population structure and genetic markers used in population genetic studies. *Aktual'nye problemy mediciny = Challenges in modern medicine*. 2013;154(11):166-169. (In Russ.).
24. Sukhoveeva AV. Genetic markers in sheep breeding. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal = Agricultural journal*. 2020;13(5):79-83. (In Russ.). <https://doi.org/10.25930/2687-1254/013.5.13.2020>.
25. Fominova IO, Skorykh LN, Kovalenko DV. Biotechnological methods of studying gene polymorphism of somatotropin and calpastatin. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal = Agricultural journal*. 2020;13(5):83-88. (In Russ.). <https://doi.org/10.25930/2687-1254/014.5.13.2020>.
26. Pogodayev VA, Sergeyeva NV, Yuldashbaev YuA, Erokhin AI, Karasev YeA, Magomadov TA. Economically valuable qualities and biological peculiarities of sheep obtained from crossing the Kalmykian and the Dorper breeds under the conditions of the arid zone of Kalmykia. *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;(4):58-76. (In Russ.). <https://doi.org/10.34677/0021-342-2019-4-58-76>.
27. Chesnokov YuV. Genetic markers: comparative classification of molecular markers. *Ovoshchi Rossii = Vegetable crops of Russia*. 2018;41(3):11-15. (In Russ.).
28. Chizhova LN, Sharko GN, Mikhailenko AK. Genetic markers in beef cattle breeding. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal = Agricultural journal*. 2016;9(2):258-264. (In Russ.).
29. Chortonbaev TD, Osmonova BM. Transferrin markers of sheep and their use in selection. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*. 2015;92(4):24-29. (In Russ.).
30. Yuldashbaev YuA, Salaev BK. Comparative characteristics of the productive characteristics of fat-tailed sheep of Kalmykia. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal = Agricultural journal*. 2017;10(1):333-339. (In Russ.).
31. Genetic variations in the Myostatin gene affecting growth traits in sheep / NM Osman, HI Shafey, MA Abdelhafez, AM Sallam, KF Mahrous. *Vet World*. 2021;14(2):475-482. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.475-482>.
32. Mirhoseini SZ, Zare J. The role of myostatin on growth and Carcass traits and its application in animal breeding. *Life Science Journal*. 2012;9(3):2353-2357.
33. Polymorphism of CLPG gene in three sheep breeds grown in the steppe zone of the Russian Federation / IF Gorlov, NV Shirokova, YA Kolosov, AY Kolosov, LV Getmantseva, MI Slozhenkina, NI Mosolova, EY Anisimova, VV. Ponomariov. *J Adv Vet Anim Res*. 2019;7(1):51-55. <https://doi.org/10.5455/javar.2020.g392>.

34. Recent advances in understanding genetic variants associated with growth, carcass and meat productivity traits in sheep (*Ovis aries*): an update / AS Zlobin, NA Volkova, PM Borodin, TI Aksenovich, YA Tsepilov. *Arch Anim Breed.* 2019;62(2):579-583. <https://doi.org/10.5194/aab-62-579-2019>.
35. Whole-Genome Selective Scans Detect Genes Associated With Important Phenotypic Traits in Sheep (*Ovis aries*) / SS Xu, L Gao, M Shen, F Lyu. *Front Genet.* 2021;(12):738879. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.738879>.

Вклад авторов: Екатерина В. Карпенко – оформление и подготовка рукописи, формулирование выводов; Арина А. Савельева – анализ и обобщение данных литературных источников; Игорь В. Церенов – сбор данных.

Contribution of the author's: Ekaterina V. Karpenko – design and preparation of the manuscript, formulation of conclusions; Arina A. Savelieva – analysis and synthesis of data from literary sources; Igor V. Tserenov – data collection.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Савельева Арина Алексеевна – студентка, Волгоградский государственный университет; 400062, Россия, Волгоград, пр. Университетский, д. 100; e-mail: aarsaav@yandex.ru;

Церенов Игорь Васильевич – старший научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, 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/0000-0002-4592-5168>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Arina A. Savelieva – Student, Volgograd State University; 100, Universitetsky prospect, Volgograd, 400062, Russian Federation; e-mail: aarsaav@yandex.ru;

Igor V. Tserenov – Senior Researcher, Livestock Production Department, 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/0000-0002-4592-5168>.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 04.12.2023;
одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 25.12.2023;
принята к публикации / accepted for publication: 26.12.2023

*ЮБИЛЕИ И ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ /
ANNIVERSARY AND MEMORABLE DATES*

**ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА
CONGRATULATIONS TO THE HERO OF THE DAY**

**АКАДЕМИК ГОРЛОВ ИВАН ФЕДОРОВИЧ
(К 75-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**



Иван Федорович Горлов родился 15 января 1949 года в совхозе «Искра» Урюпинского района Волгоградской области.

После окончания школы стал совхозным стипендиатом Московской ветеринарной академии им. К.И. Скрябина, которую с отличием окончил в 1971 году и начал работать старшим ветеринарным врачом совхоза «Искра». В 1971-1972 гг. служил в армии, в войсках ПВО. В 1972 году после службы в армии он вернулся в совхоз «Искра» и до 1987 гг. работал главным ветеринарным врачом, заместителем директора по производству совхоза. В 1974-1978 гг. обучался в заочной аспирантуре Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии в Москве. В 1987-1988 гг. – главный ветеринарный врач, в 1988-1992 гг. – заместитель генерального директора по селекции в животноводстве Производственно-научного объединения по селекции в животноводстве «Волгоградское». В 1992-1995 гг. – заместитель директора госпредприятия «Волгоградагроплем». С 1995 года трудовая деятельность Ивана Фёдоровича связана с Поволжским НИИ производства и переработки мясомолочной продукции (ранее – Волгоградский научно-исследовательский технологический институт мясомолочного скотоводства и переработки продукции животноводства РАСХН, ВНИТИ ММС и ППЖ), который он возглавлял будучи директором около двадцати лет, а в 2015 году стал научный руководитель Института. С 2022 года по настоящее время является главным научным сотрудником отдела производства продукции животноводства.

С 2000 года он успешно совмещает научную деятельность с преподавательской работой в должности заведующего кафедрой «Технологии пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета, а с 2023 года и в Волгоградском государственном аграрном университете.

Член-корреспондент РАСХН с 2001 года, академик РАСХН с 2005 года, академик РАН с 2013 года – Отделение сельскохозяйственных наук.

Академик Горлов И.Ф. – видный ученый в области технологий содержания сельскохозяйственных животных, производства и переработки экологически безопасной продукции животноводства. Его научные интересы: производство и переработка животноводческой продукции, кормление, генетика, селекция, технология содержания, управление качеством пищевой продукции по всей трофической цепи, разработка научных основ систем технологического обеспечения, хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, используемого при производстве экологически безопасных конкурентоспособных пищевых продуктов общего и специального назначения.

Инновационные разработки Горлова И.Ф. имеют сегодня широкое практическое применение в производстве и переработке сельхозпродукции. Под его руководством и личном участии было выведено несколько животноводческих пород, которые востребованы в семи-десяти регионах страны: мясная порода крупного рогатого скота «Русская комолая», типы мясного скота «Волгоградский» и «Заволжский», тип свиней «Краснодонский», тип овец «Поволжский». По его мнению, конкурентоспособные отечественные генетические ресурсы животноводства – это стратегический залог селекционной и продовольственной безопасности государства, здоровья нации, её развития и силы влияния на мировом рынке наиболее значимых для человека продуктов питания животного происхождения.

Эти уникальные идеи уже взяли на вооружение более 80 предприятий Нижнего Поволжья, что делает их продукцию более качественной и конкурентоспособной. За плечами Горлова И.Ф. разработка и внедрение более 135 рекомендаций в производство, концепций, систем ведения животноводства и ветеринарной защиты животных.

Большой вклад Горлов И.Ф. со своим коллективом внес в сетевое взаимодействие профильных вузов по подготовке специалистов для АПК региона: ВолгГТУ, КалмГУ, ВолГАУ, ДонГАУ и др.

Почти два десятка лет Горлов И.Ф. руководил ГНУ Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, ему удалось сплотить вокруг себя коллектив единомышленников. Академик поставил перед исследователями Института задачу: наладить связь науки с производством – хозяйствами и перерабатывающими предприятиями. В этом направлении и были направлены исследования в области растениеводства и животноводства, генетики и селекции, ветеринарной медицины и биотехнологии.

В Институте под руководством Горлова И.Ф. велись разработки, связанные с конечным сырьём – животноводческой продукцией, чтобы на выходе получился отлаженный технологический процесс от фермы до прилавка. Преимущества такого комплексного подхода давно оценили не только местные сельхозпроизводители, но и аграрии всей России.

Эффективность работы Института во многом определяется поддержкой грантов Российского научного фонда, Президента РФ, РФФИ, региональных.

Горлов И.Ф. создал свою научную школу, поддержанную грантом Президента РФ: под его научным руководством выполнены и защищены 40 докторских и более 100 кандидатских диссертаций.

Труды Горлова И.Ф. широко известны в мире, в международной системе генерации знаний: общее число публикаций в ведущих рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях более 1900, из них более 200 опубликованы в изданиях, индексируемых в Web of Science Core Collection или Scopus, в том числе 20 – в изданиях, входящих в первый квартиль (Q1), он является соавтором более 350 патентов РФ на изобретения, имеет свыше 14000 цитирований, индекс Хирша – 53.

Иван Фёдорович является главным редактором журналов «Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса» и «Аграрно-пищевые инновации», членом редколлегии журналов: «Вестник российской сельскохозяйственной науки», «Молочное и мясное скотоводство», «Хранение и переработка сельхозсырья», «Индустрия питания», «Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса», «Животноводство и кормопроизводство», «Вестник АПК», «Мясная индустрия», «Ветеринарная патология», «Животноводство и кормопроизводство», «Food systems», «Theory and Practice of Meat Processing».

Горлов И.Ф. – эксперт РАН, РФФИ, совета по грантам Президента РФ, член экспертного совета Министерства образования и науки РФ, совета по Глобальным проблемам экологии, НТС по агропромышленному комплексу и природопользованию Волгоградской области, председатель докторского объединенного диссертационного совета 99.0.086.02, созданного на базе ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» и ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова».

За многолетнюю безупречную трудовую деятельность награжден орденом Почета, медалью «За трудовую доблесть», почётным званием РФ «Ветеран труда». Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный деятель науки республики Калмыкия.

Лауреат двух премий Правительства РФ в области науки и техники.

Удостоен Почетной грамоты Комитета Государственной думы по аграрным вопросам, Почётной грамоты РАН.

Дважды «Лауреат I премии Минсельхозпрода РФ», лауреат Национальной премии имени П.А. Столыпина «Аграрная элита России-2019» в номинации «Формирование отечественной научной школы», лауреат конкурса РАСХН «За лучшую завершённую научную разработку 2008 года», трижды лауреат премии Волгоградской области в сфере науки и техники.

Отмечен 15 золотыми медалями ВДНХ (ВВЦ), 56 медалями российских и международных конкурсов.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал «Аграрно-пищевые инновации» – научно-практический журнал для специалистов мясной, молочной, птицеперерабатывающей, пищевой и смежных отраслей промышленности, сотрудников научно-исследовательских институтов, вузов России, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Все материалы публикуются бесплатно при условии их соответствия тематике журнала и соблюдения требований к оформлению рукописей.

Статьи публикуются по следующим рубрикам:

- инновационные разработки;
- производство животноводческой продукции;
- корма, кормопроизводство, кормовые добавки;
- хранение и переработка сельскохозяйственной продукции;
- качество, безопасность и гигиена питания;
- исследования молодых ученых;
- краткие сообщения;
- юбилеи и памятные даты;
- потери науки.

Представление рукописи в журнал «Аграрно-пищевые инновации» для печати предполагает, что:

- 1) описанная в ней работа ранее не была опубликована;
- 2) она не рассматривается для публикации в ином издательстве;
- 3) ее публикация была одобрена всеми авторами и так или иначе взаимосвязанными организациями, в которых эта работа проводилась;
- 4) в случае принятия к публикации эта статья не будет опубликована где-либо еще в той же форме, на английском или на любом другом языке, в том числе и в электронном виде.

Авторы несут полную ответственность за достоверность и оригинальность информации, предоставленной в рукописи. Все рукописи проходят проверку на наличие заимствований в системе «Антиплагиат». Оригинальность рукописи должна быть не менее 80%, в противном случае публикация рукописи невозможна.

Статьи в журнале «Аграрно-пищевые инновации» издаются на русском языке с резюме на английском языке.

Вся статья (текст, таблицы, примечания, заголовки, иностранные вставки, список литературы, подписи и др.) набирается на компьютере: шрифт – **Times New Roman**, кегль – **14**, выравнивание – по ширине, интервал – **1,15**, поля – 2 см, автоматический перенос слов.

Объем статьи, включая список литературы и подписи, **не должен превышать:** для работ, имеющих общее значение, **10-12 страниц** текста, для кратких сообщений и писем – **до 6 страниц**.

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ СТАТЬИ

1. Вид рукописи:

Научная статья / Original article
Обзорная статья / Review article
Краткое сообщение / Brief report

2. УДК

3. Заглавие статьи

Заглавие работы должно быть по возможности кратким (не более 120 знаков), точно отражающим ее содержание.

4. Имя (полное), Отчество (инициал) и Фамилия (полная) автора(-ов).

Пример: Алексей Д. Иванов, Магомед А. Гасанов

5. Полное название всех организаций, к которым относятся авторы. Если авторы работают в разных учреждениях, то связь каждого автора с его организацией осуществляется с помощью цифр верхнего регистра, далее указывают город и страну.

6. Резюме

Представляет собой краткое, но вместе с тем максимально информативное содержание научной публикации. Объем резюме должен быть от 150 до 200 слов и полностью соответствовать содержанию работы.

Структура резюме

для оригинальных исследований:

Резюме. Цель. Материалы и методы. Результаты. Выводы / Заключение.

для обзорных статей:

Резюме. Цель. Обсуждение. Заключение.

7. Ключевые слова

Под резюме помещается подзаголовок «Ключевые слова», а после него от 5 до 10 ключевых слов, отражающих основные проблемы исследования.

8. Контактное лицо

Указываются сведения об авторе, которому будет адресована корреспонденция, и его контактные данные:

Имя, Отчество, Фамилия, уч. степень, звание, должность, организация, почтовый адрес организации с указанием индекса, номер телефона, e-mail, ORCID

9. Формат цитирования (указывается редакцией)

Далее по вышеприведенной структуре указываются те же данные на английском языке:

Abstract

Purpose. Materials and Methods. Results. Conclusions. Keywords

ОСНОВНОЙ ТЕКСТ СТАТЬИ

В статье должны найти отражение следующие разделы:

10. Введение – кратко излагается современное состояние вопроса и обосновывается актуальность исследования. Дается критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме. Данная оценка разграничивает нерешенные вопросы. Ставятся четко сформулированные цели и задачи, поясняющие дальнейшее исследование в конкретной области;

11. Материалы и методы исследования – дается достаточно подробное описание работы для ее возможного воспроизведения. Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.

12. Результаты и обсуждение – результаты должны быть ясными и лаконичными. Дается убедительное объяснение результатов и показывается их значимость, чтобы читатель мог не только самостоятельно оценить методологические плюсы и минусы данного исследования.

13. Заключение (или Выводы) – подводятся основные итоги работы, приводятся рекомендации и указание на дальнейшие возможные направления исследований.

Для обзорных статей должны быть указаны ВВЕДЕНИЕ. ОБСУЖДЕНИЕ. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

ГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Для рисунков и таблиц: шрифт – Times New Roman, кегль – 14, интервал – 1,0, выравнивание названий рис. и табл. по левому краю.

Названия и содержание рисунков и таблиц (столбцов и строк) должны быть приведены как на русском, так и на английском языках.

14. Благодарность / Acknowledgement (при наличии)

Перечисляются лица, организации, фонды и т.д., которые оказали какую-либо помощь автору(ам) в проведении исследования, работы и т.д. (например, финансовая помощь, языковая (лингвистическая) помощь, помощь в написании статьи или правка корректуры и т.д.) *на русском, затем на английском языках.*

15. Оформление ссылок, списка источников / References

Цитируемая литература должна содержать не менее 12 источников. Не менее 50% источников из списка литературы должны быть опубликованы за последние пять лет, в том числе в журналах, индексируемых в базах данных *Web of Science, Scopus, Science Index*. Лишь в случае необходимости допустимы ссылки на более ранние труды. В цитируемой литературе обязательно указывать DOI (при наличии).

В список литературы **НЕ включаются** авторефераты и диссертации, учебные пособия, нормативные и архивные материалы, статистические сборники, газетные заметки без указания автора, монографии.

16. Вклад авторов / Contribution of the author's

Приводятся сведения о вкладе каждого автора в написание статьи сначала *на русском, затем на английском языках.*

17. Конфликт интересов / Conflict of interest

Приводится информация об отсутствии между авторами статьи конфликта интересов сначала *на русском, затем на английском языках.*

18. Информация об авторах (за исключением контактного лица) / Information about the authors (excluding the contact person)

Приводятся сведения о каждом авторе (за исключением контактного лица):

Имя, Отчество, Фамилия, уч. степень, звание, должность, организация, почтовый адрес организации с указанием индекса, e-mail, ORCID.

Решение о том, какие материалы будут опубликованы, принимает главный редактор с учетом мнений независимых рецензентов, членов редакционного совета и редакционной коллегии.

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 4 (24), 2023

Компьютерная вёрстка: Суркова С.А.
Дизайн, фото: Мосолова Н.И.

Издаётся с 2018 г. Выходит 4 раза в год.

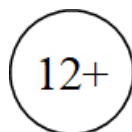
Адрес издателя и редакции: 400066, Волгоградская обл.,
г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6;
тел.: 8 (8442) 39-10-48, 8 (8442) 39-11-42;
e-mail: api.niimmp@mail.ru
Официальный сайт учредителя: www.volniti.ucoz.ru
Официальный сайт редакции: www.api-niimmp.ru

Дата выхода: 10.01.2024.

Отпечатано Издательско-полиграфическим комплексом
ГНУ НИИММП

Адрес типографии: 400066, Волгоградская обл.,
г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6.
Формат 60x84¹/₈. Тираж 500 экз. Заказ 25.

Цена свободная



AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Issue 4 (24), 2023

Desktop publishing: Surkova S.A.
Design, foto: Mosolova N.I.

Published from 2018. Published 4 times a year.

Address of Publisher and Editorial Office: 6, Rokossovsky st., Volgograd,
Volgograd region, 400066, Russian Federation;
tel.: +7 (8442) 39-10-48, +7 (8442) 39-11-42;
e-mail: api.niimmp@mail.ru
Official website of Founder: www.volniti.ucoz.ru
Official website of the Editorial Office: www.api-niimmp.ru

Release Date: 10.01.2024.

Printed at the Publishing and Printing Complex of VRIMMP
Printing House Address: 6, Rokossovsky st., Volgograd,
Volgograd region, 400066, Russian Federation.
Printing format 60x84¹/₈. Circulation 500 copies. Order 25.

Free price