ISSN 2618-7353 DOI: 10.31208/2618-7353

ACPAPHO-MIMMEBPIE NHHOBAMM

№ 3 (19) 2022

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ











АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

Научно-практический журнал

№ 3 (19), 2022

Волгоград Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции 2022

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Research & Practice Journal

Issue 3 (19), 2022

Volgograd

Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production 2022

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

ФГБНУ «Поволжский научноисследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (ГНУ НИИММП)

ISSN 2618-7353 DOI: 10.31208/2618-7353

Nº 3 (19), 2022

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 3 (19), 2022

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 Cataloge "Ural-Press": *BH018570*

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 3 (19), 2022

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). Электронная версия журнала размещена на сайте ГНУ НИИММП: 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, членкорреспондент РАН, директор ГНУ НИИММП. Ответственный редактор – Суркова С.А., старший

научный сотрудник ГНУ НИИММП.

Issue 3 (19), 2022

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

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). Electronic version of the journal is placed on the Internet site at this address: 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),

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.

Head of Department FPT VSTU.

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, членкорреспондент 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

Храмцов А.Г., доктор технических наук, профессор, академик РАН, Северо-Кавказский федеральный университет

https://www.ncfu.ru/for-employee/list-of-employees/ employee/24db56ad-1e28-11e9-bd69-0050568c7ce8/

Титов Е.И., доктор технических наук, профессор, академик РАН, Московский государственный университет пищевых производств

https://ru.wikipedia.org/wiki/Титов, Евгений Иванович

Сергеев В.Н., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, НП «Академия продовольственной безопасности»

https://ru.wikipedia.org/wiki/Сергеев,_Валерий_Никола евич (технолог)

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

Юлдашбаев Ю.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет – MCXA имени Academy of Sciences, Russian State Agrar-К.А. Тимирязева

https://www.timacad.ru/phone/contact/1632

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

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

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

Khramtsov A.G., Dr. Sci. (Technology), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, North-Caucasus Federal University

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

Sergeev V.N., Dr. Sci. (Technology), Professor, Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, Academy of Food Safety

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)

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Федоров Ю.Н., доктор биологических наук, Fedorov Yu.N., Dr. Sci. (Biology), Professor, профессор, член-корреспондент РАН, Bce- Correspondent Member of the Russian Acadроссийский НИТИ биологической промыш- emy of Sciences, All-Russian Research and ленности

Мирошников С.А., доктор биологических Miroshnikov S.A., Dr. Sci. (Biology), Professor, наук, профессор, член-корреспондент РАН, Correspondent Member of the Russian Acad-Оренбургский ГУ

Храмова В.Н., доктор биологических наук, **Hramova V.N.,** Dr. Sci. (Biology), Professor, профессор, Волгоградский ГТУ

Дускаев Г.К., доктор биологических наук, Duskaev G.K., Dr. Sci. (Biology), Professor of профессор РАН, ФНЦ биологических систем RAS, FRC of Biological Systems and Agroи агротехнологий РАН

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

Комарова 3.Б., доктор сельскохозяйствен- Komarova Z.B., Dr. Sci. (Agriculture), Associных наук, доцент, ГНУ НИИММП

Кайшев В.Г., доктор экономических наук, Kaishev V.G., Dr. Sci. (Economy), Professor, профессор, академик РАН, Ставропольский ГАУ

Антипова Т.А., доктор биологических наук, **Antipova T.A.**, Dr. Sci. (Biology), НИИ детского питания

Чамурлиев Н.Г., доктор сельскохозяйствен- Chamurliev N.G., Dr. Sci. (Agriculture), Profesных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Варакин А.Т., доктор сельскохозяйственных Varakin A.T., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, наук, профессор, Волгоградский ГАУ

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

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

доцент, Донской ГАУ

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

Гиро Т.М., доктор технических наук, профес- Giro T.M., Dr. Sci. (Technology), Professor, Saсор, Саратовский ГУ генетики, биотехнологии ratov State Vavilov Agrarian University и инженерии

Скворцова Л.Н., доктор биологических наук, Skvortsova L.N., Dr. Sci. (Biology), Associate доцент, Кубанский ГАУ

EDITORIAL BOARD

Technological Institute of Biological industry

emy of Sciences, Orenburg State University

Volgograd State Technical University

technologies of RAS

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

ate Professor, VRIMMP

Academician of the Russian Academy of Sciences

Research Institute of Baby Nutrition

sor, Volgograd State Agrarian University

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

Шахбазова О.П., доктор биологических наук, **Shakhbazova O.P.**, Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Don State Agrarian University

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

Professor, Kuban State Agrarian University

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ / INNOVATIVE DEVELOPMENTS

9 Мосолова Н.И., Мосолова Д.А., Сложенкина А.А., Брехова С.А. / Mosolova N.I., Mosolova D.A., Slozhenkina A.A., Brekhova S.A. Современные проблемы и актуальные подходы в молочном животноводстве / Modern problems and current approaches in dairy farming

ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ / MANUFACTURE OF LIVESTOCK PRODUCTION

- **22 Натыров А.К., Убушаев Б.С., Мороз Н.Н., Слизская С.А.** / *Natyrov A.K., Ubushaev B.S., Moroz N.N., Slizskaya S.A.* Оценка быков-производителей мясной породы по качеству потомства / *Evaluation of bulls-producers of meat breed by the quality of offspring*
- **30** Горлов И.Ф., Николаев Д.В., Суркова С.А., Мосолова Д.А. / Gorlov I.F., Nikolaev D.V., Surkova S.A., Mosolova D.A. Влияние клинико-физиологических показателей на продуктивность животных мясных пород / Effect of clinical and physiological indicators on the productivity of animal meat breeds

XPAHEHUE И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / STORAGE AND PROCESSING OF FARM PRODUCTS

- **39** Анисимова Е.Ю., Сложенкина М.И., Золотарева А.Г. / Anisimova E.Yu., Slozhen-kina M.I., Zolotareva A.G. Новые подходы в создании функциональных продуктов питания на основе использования нетрадиционных региональных ресурсов и технологий / New approaches of functional food production with using non-traditional regional resources and technologies
- **49** Короткова А.А., Сергеенко Е.А., Храмова В.Н. / Korotkova A.A., Sergeenko E.A., Khramova V.N. Биотехнологические аспекты разработки молочно-белкового биопродукта с использованием альтернативного биоорганического сырья / Biotechnological aspects of the development of milk-protein bio-products using alternative bioorganic raw materials

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

- **Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Лазарев В.А., Тихонова М.С.** / *Tikhonov S.L., Tikhonova N.V., Lazarev V.A., Tikhonova M.S.* Исследование антиоксидантных свойств пептидов, выделенных из молозива коров / *Study of antioxidant properties of peptides, isolated from cows colostrum*
- **69** Кадрицкая Е.А., Школьникова М.Н. / *Kadritskaya E.A.*, *Shkolnikova M.N*. Применение меланина в пищевой промышленности / *The use of melanin in the food industry*

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ / RESEARCH ACTIVITY OF YOUNG SCIENTISTS

77 Гришин В.С., Андреев-Чадаев П.С., Гребенникова Ю.Д., Лазарева Е.Ю. / Grishin V.S., Andreev-Chadaev P.S., Grebennikova J.D., Lazareva E.Yu. Исследование влияния цитрата кальция на физико-химические показатели и аминокислотный состав рубленых котлет / Study of the effect of calcium citrate on the physical and chemical parameters and amino acid composition of chopped cutlets

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ / INNOVATIVE DEVELOPMENTS

Обзорная статья / Review article УДК 636.2.034

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-9-21

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И АКТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ В МОЛОЧНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

MODERN PROBLEMS AND CURRENT APPROACHES IN DAIRY FARMING

¹Наталья И. Мосолова, доктор биологических наук
²Дарья А. Мосолова, магистрант
³Александра А. Сложенкина, магистрант
¹Светлана А. Брехова, младший научный сотрудник

¹Natalia I. Mosolova, Dr. Sci. (Biology) ²Daria A. Mosolova, Master's Student ³Alexandra A. Slozhenkina, Master's Student ¹Svetlana A. Brekhova, Junior Researcher

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», Волгоград ²Университет «IAE Gustave Eiffel School of Management», Кретей Седекс, Франция ³Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

¹Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia ²UPEC – University «IAE Gustave Eiffel», Créteil cedex, France ³National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Контактное лицо: Брехова Светлана Андреевна, младший научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: sveta511518@mail.ru; тел.: 8 (937) 541-86-94; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0763-4447.

Для цитирования: Мосолова Н.И., Мосолова Д.А., Сложенкина А.А., Брехова С.А. Современные проблемы и актуальные подходы в молочном животноводстве // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 9-21. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-9-21.

Principal Contact: Svetlana A. Brekhova, Junior Researcher of the Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;

e-mail: sveta511518@mail.ru; tel.: +7 (937) 541-86-94; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0763-4447.

For citation: Mosolova N.I., Mosolova D.A., Slozhenkina A.A., Brekhova S.A. Modern problems and current approaches in dairy farming. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;19(3):9-21. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-9-21.

Резюме

Цель. Обзор основных современных проблем в молочном деле и оценка перспективных подходов к развитию данной отрасли животноводства на основе исследований коллектива ГНУ НИИММП.

Материалы и методы. Научное исследование было осуществлено посредством применения общепринятых научных методов изучения и обработки исследуемого материала в виде последовательных операций обобщения, систематизации, логического анализа и выводов по обширному массиву данных из материалов опубликованных работ по многочисленным научно-практическим исследованиям, осуществлённых в агроэкологических условиях Юга России.

Обсуждение. Углублены уже имеющиеся знания и отражены полученные результаты прижизненного формирования повышенных как количественных, так и качественных характеристик молочного сырья, и как следствие, получаемой из него молочной продукции повышенной пищевой ценности. Рассмотрены основные технологические новшества, начавшие применяться передовыми предприятиями молочной отрасли: роботизированное доение, программное обеспечение для автоматизации рутинных задач в обслуживании животных.

Заключение. В настоящее время проведена обширная научная работа, итоги которой являются ключевыми моментами для решения важнейших задач по повышению качества и объёмов производства молочного сырья и конечной продукции из него. Предложенные подходы для предприятий, занимающихся разведением КРС молочного направления продуктивности, при должном внедрении способны вывести на новый уровень производственные показатели. Разработанные новые подходы к производству молочной продукции позволят молокоперерабатывающим предприятиям расширить ассортиментную линейку экологичных и полезных продуктов.

Ключевые слова: молочное скотоводство, молоко-сырьё, роботизированное доение, технологии содержания коров, рационы кормления коров, производство молока

Abstract

Purpose. An overview of the main modern problems in the dairy business and an assessment of promising approaches to the development of this branch of animal husbandry based on the research of the staff of the VRIMMP.

Materials and Methods. The scientific research was carried out through the use of generally accepted scientific methods of studying and processing the studied material in the form of sequential operations of generalization, systematization, logical analysis and conclusions on an extensive array of data from the materials of published works on numerous scientific and practical studies carried out in the agroecological conditions of the South of Russia.

Discussion. The existing knowledge has been deepened and the obtained results of the lifetime formation of increased both quantitative and qualitative characteristics of dairy raw materials, and as a result, dairy products of increased nutritional value obtained from it, are reflected. The main technological innovations that have begun to be applied by advanced enterprises of the dairy industry are considered: robotic milking, software for automating routine tasks in animal maintenance.

Conclusion. Currently, extensive scientific work has been carried out, the results of which are the key points for solving the most important tasks to improve the quality and volume of production of dairy raw materials and final products from it. The proposed approaches for enterprises engaged in the breeding of dairy cattle in the field of productivity, with proper implementation, are able to bring production indicators to a new level. The developed new approaches to the production of dairy products will allow milk processing enterprises to expand the product range of eco-friendly and healthy products.

Keywords: dairy cattle breeding, raw milk, robotic milking, cow keeping technologies, cow feeding rations, milk production

Введение. Оценка изучения основных факторов, влияющих на развитие молочного скотоводства южных регионов РФ, обусловлена тем, что отрасль столкнулась с новыми вызовами: пандемия COVID-19, аномальные климатические условия, сокращение поголовья молочного скота, резкий рост себестоимости производства молока вследствие подорожания кормов и кормовых добавок, упаковки и введения маркировки, что значительно снижает прибыль товаропроизводителей (Толыбаев О.Н. улы и Машарипова X., 2021).

Так, индекс себестоимости производства сырого молока в 2022 году вырос на 8,2% по сравнению с 2021 годом. В связи с недостаточной компенсацией затрат на производство молока и ростом отпускных цен на молоко (около 7%) производители молока недополучают прибыль. Линейный прогноз на будущие периоды демонстрирует тенденцию к росту затрат на производство молока с вероятностью 0,9256. В подобной ситуации для сохранения объемов производства на прежнем уровне необходимы дополнительные государственные меры поддержки доходности производства молока, наращивания интенсивности производительности и продуктивности поголовья.

Осознавая острую необходимость решения современных проблем в молочной отрасли, научные исследования в Поволжском научно-исследовательском институте производства и переработки мясомолочной продукции весь 2022 год были посвящены изучению современных подходов в молочном деле, продуктивных и воспроизводительных качеств тёлок в различных условиях доения и при коррекции рациона. Обобщённые итоги проведённой работы представляют собой средоточие актуальной информации для управляющего персонала на предприятиях молочной отрасли, заинтересованного в интенсификации производства молока-сырья. Исходя из вышеозначенного, целью данной работы является обзор основных современных проблем в молочном деле, а также оценка перспективных подходов к развитию данной отрасли животноводства на основе кратких резюме-итогов исследований коллектива ГНУ НИИММП за 2022 год, относящихся к сфере производства молока и его переработки.

Материалы и методы. Научное исследование было осуществлено посредством применения общепринятых научных методов изучения и обработки исследуемого материала в виде последовательных операций обобщения, систематизации, логического анализа и выводов по обширному массиву данных из материалов опубликованных работ по многочисленным научно-практическим исследованиям, осуществлённым в агроэкологических условиях Юга России на территории ООО СП «Донское» (Калачевский район), коллективного хозяйства «Путь Ленина» (Суровикинский район), группы компаний «Восток» (Николаевский район), племенного хозяйства «ПЗК им. Ленина» (Суровикинский район) Волгоградской области. Также были использованы общедоступные данные официальных источников, отражающие проведённые статистические исследования.

Обсуждение. Установлено, по материалам официальных данных Росстата за 2022 год, что на протяжении ряда лет наблюдается планомерное снижение поголовья молочного скота в стране. Так, в 2022 году поголовье коров составляет 7,8 млн. голов, что на 1% ниже, если сравнивать с аналогичным периодом прошлого года. Однако продуктивность молочного стада увеличилась. Так, в СХП производительность молочных хозяйств благодаря росту надоев повысилась в среднем на 4,2%. Очевидно, что применение традиционных технологий в молочном скотоводстве недостаточно для наращивания необходимых объемов производства молока. Поэтому в хозяйствах ЮФО, как и в целом по стране, реализуются крупные инвестиции, направленные на совершенствование отечественных пород молочного скота, строительство современных молочных комплексов, основанных на роботизированных технологиях содержания и доения, оптимизацию технологий кормоприготовления, заготовки и хранения

кормов, разработку эффективных кормовых добавок и витаминно-минеральных комплексов. При этом молочная отрасль в настоящее время выступает флагманом цифровизации АПК, внедряя на своем производстве новые цифровые технологии и оптимизируя производственные издержки, что позволяет повышать производительность.

На современном этапе наиболее целесообразным при производстве молока-сырья является внедрение роботизированных технологий, особенно при недостатке людских ресурсов на селе. Отечественная и зарубежная практика показывает, что роботы очень эффективны и будут популярны в ближайшем будущем. В России лидером по роботизации молочного производства является Калужская область, где функционирует программа «Создание 100 роботизированных ферм». Благодаря данной программе в регионе работает 37 ферм-роботов. Другие регионы существенно отстают от данного показателя – по 10 ферм-роботов работают в Республике Татарстан, Республике Удмуртия, Свердловской области. Если рассматривать Юг России, то тут можно отметить, что 6 ферм-роботов запущено в Краснодарском крае, 1 роботизированный молочный комплекс работает в Волгоградской области. Однако по темпам роботизации молочного производства Россия все еще сильно отстает от европейских стран, где на 10000 работников приходится 113 роботов по сравнению с 6-8 в нашей стране. Основными сдерживающими факторами являются высокие затраты на оборудование, длительный период окупаемости, отсутствие квалифицированных ІТ-специалистов в регионах (Артемова Е.И. и Шпак Н.М., 2019; Голдина И.И. и Иовлев Г.А., 2020; Кравченко В.Н. и Зимогорский В.К., 2020; Мамедова Р.А., 2020; Рубаева О.Д. и Зубарева И.А., 2020; Симонов Г.А. и др., 2020; Германович А.Г. и др., 2022; Кузнецова Л.В., 2022; Кузнецова Л.В. и Мазуров В.Н., 2022).

В процессе изучения рейтинга 2022 года ТОП-100 крупных производителей молока была определена специализации южных регионов. Вклад Южного федерального округа за 11 месяцев текущего года в общий объем производства молока в стране составил более 12 процентов. Валовой надой молока в округе по отношению соответствующего периода 2021 года увеличился на 2,5 процента. Согласно выбранным данным рейтинга ТОП-100 производителей молока была составлена карта молочного скотоводства Юга России. Опыт работы цифровых молочных комплексов в различных регионах России доказывают высокую эффективность и качество доения, большую продуктивность животных при обслуживании роботами (высокое качество доения, постоянный оперативный мониторинг и контроль основных технологических процессов работы цифровой фермы, бережное отношение и санация состояния здоровья животных, получаемое качественное молоко в соответствии с самыми высокими стандартами) (Slozhenkina MI et al., 2021; Федотова А.М. и др., 2022).

Согласно оперативной информации по надоям и реализации молока, оценка динамики производства сырого молока во всех категориях молочных хозяйств в южных регионах России по сезонам года, показала, что объемы производства молока благодаря технологиям интенсивного доения и содержания животных в 2022 году выросли, что позволило выйти на самообеспеченность молоком до 80%. Модернизация молочных комплексов наиболее передовым роботизированным оборудованием позволила фермам не только повысить культуру производства и продуктивность дойного стада, но и значительно улучшить процессы доения, условия труда обслуживающего персонала и повысить качество получаемого молока-сырья. Примеры лучшей практики по производительности молока в условиях Юга России продемонстрировали предприятия Краснодарского края, Ставрополья и Волгоградской области, в условиях которых наблюдается наращивание объемов производства молока и значительное повышение качественных характеристик получаемой продукции.

На основании исследований, наблюдений и статистических данных разработаны рекомендации по совершенствованию роботизированного доения в условиях крупных комплексов по производству молока. Сформулированы предложения о необходимости дальнейшего расширения мер государственной поддержки отрасли и поиска вариантов более ускоренного внедрения в производство животных российской селекции для сокращения импортозависимости от иностранного генетического материала и технологий. Наметившийся положительный тренд производства сырого молока необходимо поддержать в будущем не только модернизацией производства, но и укреплением производственной и ресурсной базы. На основе обработки статистических данных по производству молока была проведена машинная обработка на языке XML и разработана «Нейросетевая программа прогнозирования производства молока» объемом 8 Кб, рассчитывающая прогнозные значения производства молока в зависимости от величин входных параметров модели. Получено свидетельство на программный продукт (Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022664196, 26.07.2022. Заявка № 2022662973 от 11.07.2022).

Далее приведены основные результаты исследований обширной научной работы в молочном деле. Исследовано поголовье молочных коров голштинской породы в ООО СП «Донское» Волгоградской области (на 3500 голов с продуктивностью 10700 кг), изучены особенности их содержания и проанализирована технология производства молока-сырья. Произведенное в хозяйстве молоко-сырье коровье соответствует требованиям ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия». Установлено, что по физико-химическим, функционально-технологическим, микробиологическим и гигиеническим показателям молоко соответствует высоким требованиям и является безопасным сырьем для производства молочных продуктов, в т.ч. и детского питания (Иванов Ю.Г. и др., 2021; Федотова Г.В. и др., 2022; Чеканова М.А. и др., 2022).

Была изучена акклиматизационная способность и дана сравнительная оценка хозяйственно-полезным признакам скота голштинской породы разных эколого-генетических типов. Дополнены теоретические и практические положения по эксплуатации лактирующих коров разных селекций с учетом показателей их адаптационной способности и иммунного статуса в условиях Нижнего Поволжья (Федотова Г.В. и др., 2022).

Дано научно-экспериментальное обоснование использованию в рационах питания первотелок инновационных кормовых добавок на основе олигосахаридов, нетрадиционных высокобелковых жмыхов и региональных минеральных комплексов. Установлено благоприятное воздействие изучаемых кормовых добавок на биоконверсию кормов в продукцию, состояние обмена веществ, уровень естественной резистентности, количественные и качественные показатели получаемого молока и выработанных из него продуктов.

Производству предложены научно обоснованные методы повышения эффективности молочного скотоводства в условиях южных регионов на основе оценки адаптационной способности, уровня естественной резистентности, продуктивных и воспроизводительных качеств коров-первотелок голштинской породы российской, американской, датской, германской и австралийской селекций. Выявлено, что в природно-климатических условиях региона наиболее целесообразным является использование животных российской, а также американской и германской селекций (Федотова Г.В. и др., 2022).

Установлено, что воспроизводительная способность коров голштинской породы в хозяйствах Юга России зависит от интенсивности использования, продуктивности, условий содержания и кормления животных, квалификации зооветспециалистов и техников по их искусственному осеменению. Доказано, что коровы зарубежной селекции, завезенные из Гер-

мании и США, имели более высокий процент оплодотворяемости: преимущество по данному показателю в первую половую охоту составило 8-15%. Более высокий индекс осеменения отмечен также у коров из Германии и США. Более продолжительный первый сервис-период был у коров из Дании и Австралии в сравнении с сервис-периодом у коров из США и Германии. Выход телят от коров из США, Дании, Германии и Австралии составил соответственно 83; 82; 84 и 83%. Живая масса телят при рождении в среднем колебалась от 37,5 до 39,9 кг, что соответствует таковым показателям для голштинской породы скота. Приоритет по живой массе имели телята, полученные от коров из Германии, - на 1,6; 2,3; 1,8 кг больше, чем телята, полученные от коров, завезенных из США, Дании и Австралии соответственно. При изучении адаптационной способности коров-первотелок голштинской породы разных экологогенетических типов были выявлены отличительные особенности. Так, сравнительное изучение хозяйственно-полезных признаков телок голштинской породы американской, датской, немецкой и австралийской селекций в условиях Нижнего Поволжья показало, что животные американской и немецкой селекций обладали повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям среды и характеризовались более высокими показателями репродуктивной функции по сравнению с животными, завезенными из Дании и Австралии. Установлено, что первотелки, полученные от зарубежных коров, завезенных в хозяйство 3-5 лет назад, хорошо акклиматизированы, обладают высоким уровнем естественной резистентности, воспроизводительной способности и продуктивности, не уступающим зарубежным аналогам. В настоящее время, например, СП «Донское» Волгоградской области комплектует маточное поголовье ремонтным молодняком собственной селекции и может поставлять до 300 телок с высоким генетическим потенциалом в другие хозяйства региона (Федотова Г.В. и др., 2022).

Была доказана зависимость воспроизводительной и продуктивной способности коров от породной принадлежности, технологии кормления, содержания, доения и эксплуатации животных в молочных комплексах. С этой целью была исследована технология ведения молочного скотоводства на следующих предприятиях Волгоградской области: голштинской породы — на территории сельскохозяйственного предприятия «Донское» (Калачевский район), симментальской породы — коллективного хозяйства «Путь Ленина» (Суровикинский район), айрширской породы — группы компаний «Восток» (Николаевский район), красной степной породы — племенного хозяйства «ПЗК им. Ленина» (Суровикинский район) (Федотова Г.В. и др., 2022). На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

- коровы голштинской породы отличаются высокими значениями среднесуточного удоя при однотипном круглогодовом кормлении и роботизированном доении;
- коровы симментальской породы имеют тенденцию плавно увеличивать среднесуточный удой от зимнего периода к летнему. В осенний период значение удоя снижается практически до показателя зимнего периода. Животным симментальской породы для увеличения значения среднесуточного удоя в зимний и осенний периоды необходимо усиленное питание;
- коровы айрширской породы плавно снижают величину среднесуточного удоя от зимнего периода к осеннему;
- животные красной степной породы отличаются небольшим, по сравнению с другими породами КРС, но стабильным уровнем среднесуточного удоя;
- по всем породам значение показателя «массовая доля жира» в зимний и осенний периоды лактации находилось примерно на одном уровне, кроме айрширской породы. У коров названной породы отмечено самое высокое содержание массовой доли жира, особенно в молоке, полученном в весенний период лактации. Однако в весенний и летний периоды вели-

чина данного показателя была подвержена значительным колебаниям, связанным с увеличением доли свежих растительных кормов;

– содержание микро- и макроэлементов в образцах молока, полученного от изучаемых пород животных, находилось в пределах нормы. По содержанию химических элементов, отнесенных к группе тяжелых металлов, молоко, полученное из всех опытных хозяйств, экологически безопасно и может быть рекомендовано к использованию в производстве всех видов молочной продукции (Федотова Г.В. и др., 2022).

Разработаны перспективные направления по производству экологически чистого сырья на основе инновационных технологий кормления коров. Изучено влияние технологии индустриального молочного животноводства на экологию и качество окружающей среды. Установлено влияние условий окружающей среды на холодовые технологии в молочном животноводстве. Сформулированы новые подходы к повышению экологической безопасности молочной продукции в условиях промышленных комплексов. Проанализированы экологически ориентированные методы снижения метаногенеза в условиях крупных предприятий по производству молока (Komlatsky GV et al., 2022; Kontareva VY et al., 2022).

На основе произведенного молока разработаны технологии новых видов пищевых продуктов: геродиетический молочный напиток «Долголетие», мягкий сырный продукт качотта «Молодость», обладающий антиоксидантными свойствами, творожный продукт, белковые молочные продукты (Корниенко П.П. и Попенко В.П., 2020; Сложенкина М.И. и др., 2020; Горлов И.Ф. и др., 2020; Najgebauer-Lejko D et al., 2021; Kryuchkova VV et al., 2022; Serova OP et al., 2022).

Собирательное резюме многочисленных научных достижений в молочной отрасли за 2022 год можно тезисно подытожить следующим образом:

- установлено, что что применение традиционных технологий в молочном скотоводстве недостаточно для наращивания необходимых объемов производства молока;
- определено, что на современном этапе в ЮФО наиболее целесообразным при производстве молока-сырья является внедрение роботизированных технологий, особенно при недостатке людских ресурсов на селе;
- оценка опыта работы цифровых молочных комплексов в различных регионах доказывает высокую эффективность и качество доения, а также продуктивность животных при обслуживании роботами;
- проведена оценка динамики производства сырого молока во всех категориях молочных хозяйств в южных регионах России по сезонам года. Сформулированы предложения о необходимости дальнейшего расширения мер государственной поддержки отрасли и поиска вариантов более ускоренного внедрения в производство животных российской селекции для сокращения импортозависимости от иностранного генетического материала и технологий. Наметившийся положительный тренд производства сырого молока необходимо поддержать в будущем не только модернизацией производства, но и укреплением производственной и ресурсной базы;
- разработаны рекомендации по совершенствованию роботизированного доения в условиях крупных комплексов по производству молока. Получено свидетельства на программный продукт;
- изучено клинико-физиологическое состояние поголовья молочных коров голштинской породы в ООО СП «Донское» Волгоградской области и предложены эффективные методы развития молочного скотоводства в условиях СП «Донское» Волгоградской области на основе оценки адаптационной способности и других немаловажных факторов;

- изучена акклиматизационная способность и дана сравнительная оценка хозяйственнополезным признакам скота голштинской породы разных эколого-генетических типов. Дополнены теоретические и практические положения по эксплуатации лактирующих коров разных селекций с учетом показателей их адаптационной способности и иммунного статуса в условиях Нижнего Поволжья;
- дано научно-экспериментальное обоснование использованию в рационах питания первотелок инновационных кормовых добавок на основе олигосахаридов, нетрадиционных высокобелковых жмыхов и региональных минеральных комплексов;
- предложены научно обоснованные методы повышения эффективности молочного скотоводства в условиях южных регионов;
- установлено, что воспроизводительная способность коров голштинской породы в хозяйствах Юга России зависит от интенсивности их использования, продуктивности, условий содержания и кормления, квалификации зооветспециалистов и техников по искусственному осеменению;
- доказана зависимость воспроизводительной и продуктивной способности коров от породной принадлежности, технологии кормления, содержания, доения и эксплуатации животных в молочных комплексах;
- разработаны перспективные направления по производству экологически чистого сырья на основе инновационных технологий кормления коров;
- изучено влияние технологии индустриального молочного животноводства на экологию и качество окружающей среды;
- установлено влияние условий окружающей среды на холодовые технологии в молочном животноводстве;
- сформулированы новые подходы к повышению экологической безопасности молочной продукции в условиях промышленных комплексов;
- проанализированы экологически ориентированные методы снижения метаногенеза в условиях крупных предприятий по производству молока;
- разработаны новые виды и рецептуры пищевых продуктов на основе молока-сырья, полученного в подопытных хозяйствах, в том числе инновационная технология производства геродиетического молочного напитка и новые виды специализированных белковых молочных продуктов.

Заключение. В настоящее время проведена обширная научная работа, итоги которой являются ключевыми моментами для решения важнейших задач по повышению качества и объёмов производства молочного сырья и конечной продукции из него. Предложенные подходы для предприятий, занимающихся разведением КРС молочного направления продуктивности, при должном внедрении способны вывести на новый уровень производственные показатели. Разработанные новые подходы к производству молочной продукции позволят молокоперерабатывающим предприятиям расширить ассортиментную линейку экологичных и полезных продуктов.

Благодарность: Работа выполнена по гранту РНФ 22-26-00138.

Acknowledgment: The work was carried out under a grant from the RSF 22-26-00138.

Список источников

- 1. Артемова Е.И., Шпак Н.М. Цифровизация как инструмент инновационного развития молочного скотоводства // Вестник Академии знаний. 2019. № 31 (2). С. 15-19.
- 2. Германович А.Г., Шайкин В.В., Шевченко Т.В., Горбунов В.С. Проблемы цифровой трансформации производства молока // Московский экономический журнал. 2022. № 12. С. 302-311. https://doi.org/10.55186/2413046X_2022_7_12_741.
- 3. Голдина И.И., Иовлев Г.А. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы // Научно-технический вестник: технические системы в АПК. 2020. № 1(6). С. 21-27.
- 4. Горлов И.Ф., Николаев Д.В., Забелина М.В. и др. Оптимизация биотехнологии производства кисломолочного напитка на основе молока, полученного от коров голштинской породы // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 76-80. https://doi.org/10.28983/asj.y2020i10pp76-80.
- 5. Иванов Ю.Г., Машошина Е.В., Верликова Л.Н. и др. Роботизированная технология получения молока от отдельных коров и ее технико-экономическая оценка // Техника и технологии в животноводстве. 2021. № 2 (42). С. 46-52. https://doi.org/10.51794/27132064-2021-2-46.
- 6. Корниенко П.П., Попенко В.П. О возможности получения молока как обогащенного функционального продукта // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2020. № 4 (18). С. 130-134.
- 7. Кравченко В.Н., Зимогорский В.К. Перспективы цифровизации молочного животноводства // Техника и технологии в животноводстве. 2020. Т. 4, № 40. С. 4-13.
- 8. Кузнецова Л.В. Эффективность реализации ведомственной целевой программы «Создание 100 роботизированных молочных ферм в Калужской области» // Вестник аграрной науки. 2022. № 4 (97). С. 95-102. https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.4.95.
- 9. Кузнецова Л.В., Мазуров В.Н. Результативность реализации ВЦП «Создание 100 роботизированных молочных ферм в Калужской области» // Аграрный вестник Урала. 2022. № 7 (222). С. 79-90. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-222-07-79-90.
- 10. Мамедова Р.А. Молочное животноводство в России: состояние и перспективы цифровизации // Агроинженерия. 2020. № 6 (100). С. 10-16. https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-6-10-16.
- URL: Росстата [Электронный 11. Материалы pecypc]. http://www.skotovodstvo.com/file/repository/ Dannye_Rosstata.pdf (дата обращения: [Elektronnyj 11.12.2022). [Materialy URL: Rosstata resurs]. http://www.skotovodstvo.com/file/repository/ Dannye_Rosstata.pdf (data obrashcheniya: 11.12.2022).
- 12. Оперативная информация по надоям и реализации молока [Электронный ресурс]. URL: http://old.mcx.ru/moloko/index.php (дата обращения: 11.12.2022). [Operativnaya informaciya po nadoyam i realizacii moloka [Elektronnyj resurs]. URL: http://old.mcx.ru/moloko/index.php (data obrashcheniya: 11.12.2022).
- 13. Рубаева О.Д., Зубарева И.А. Совершенствование системы менеджмента качества кормовой базы для отрасли молочного животноводства в условиях цифровой экономики в АПК // Вестник аграрной науки. 2020. № 3 (84). С. 135-140. https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.3.135.

- 14. Симонов Г.А., Никифоров В.Е., Филиппова О.Б. Преимущества роботов перед традиционной технологией доения коров // Наука в центральной России. 2020. № 4 (46). С. 54-62. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2020-4-54-62.
- 15. Симонов Г.А., Никифоров В.Е., Иванова Д.А., Филиппова О.Б. Роботизированная технология доения коров повышает эффективность производства молока // Наука в центральной России. 2020. № 5 (47). С. 74-81. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2020-5-74-81.
- 16. Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Крючкова В.В. и др. Разработка йогурта питьевого, обогащенного магнием // Индустрия питания. 2020. Т. 5, № 4. С. 18-25. https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-4-3.
- 17. Толыбаев О.Н. улы, Машарипова X. Современное состояние и перспективы развития молочного скотоводства // Молодой ученый. 2021. № 11 (353). C. 216-218.
- 18. Федотова А.М., Горлов И.Ф., Суркова С.А. и др. Производство молока и численность молочного поголовья КРС в регионах ЮФО // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 17, № 1. С. 30-40. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-30-40.
- 19. Федотова Г.В., Ткаченкова Н.А., Сложенкина А.А., Чеканова М.А. Исследование качества молочного сырья, полученного в условиях роботизированного доения // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 17, № 1. С. 41-51. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-41-51.
- 20. Федотова Г.В., Сложенкина М.И., Воронцова Е.С. и др. Особенности молочной продуктивности коров на крупных предприятиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 1 (65). С. 228-240. https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-01-22.
- 21. Чеканова М.А., Горлов И.Ф., Ткаченкова Н.А. и др. Опыт производства молока при использовании роботизированной доильной карусели Gea DairyProQ // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. №2 (66). С. 208-220. https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-02-27.
- 22. Slozhenkina MI, Fedotova GV et al. New algorithms for providing safe food raw materials: lessons from the pandemic // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. 848:012195.
- 23. Komlatsky GV, Gorlov IF, Puzankova VA et al. Environmentally oriented techniques to reduce methanogenesis in dairy farming //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. 1076 (1): 012061 https://doi.org/10.1088/1755-1315/1076/1/012061.
- 24. Kontareva VY, Belik SN, Morgul EV et al. Improving the environmental safety of dairy products //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2022. Vol. 965. Article number: 012025. https://doi.org/10.1088/1755-1315/965/1/012025.
- 25. Kryuchkova VV, Belik SN, Gorlov IF et al. Enriched fermented dairy product: functional characteristics and technology // Studii și Cercetări Științifice Chimie și Inginerie Chimică, Biotehnologii, Industrie Alimentară. 2022. Vol. 23, no. 1. P. 073-081.
- 26. Najgebauer-Lejko D et al. Probiotic yoghurts with sea buckthorn, elderberry, and sloe fruit purees // Molecules. 2021. Vol. 26, no. 8. P. 2345.
- 27. Serova OP, Razdolgina NS, Romazanov RA et al. Production of specialized protein dairy products // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 981. Article number: 022095. https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/2/022095.

References

- 1. Artemova EI, Shpak NM. Digitalization as an instrument of innovative development of dairy cattle. *Vestnik Akademii znaniy* = *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2019;31(2):15-19. (In Russ.).
- 2. Germanovich AG, Shaikin VV, Shevchenko TV, Gorbunov VS. Problems of digital transformation of milk production. Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal = Moscow Economic Journal. 2022;(12):302-311. (In Russ.). https://doi.org/10.55186/2413046X_2022_7_12_741.
- 3. Goldina II, Iovlev GA. Digital Agriculture: state and prospects. Nauchno-tekhnicheskij vestnik: tekhnicheskie sistemy v APK = Scientific and Technical Bulletin: technical systems in the agro-industrial complex. 2020;6(1):21-27 (In Russ.).
- 4. Gorlov IF, Nikolaev DV, Zabelina MV et al. Optimization of biotechnology for the production of fermented milk drink based on milk obtained from Holstein cows. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian scientific journal. 2020;(10):76-80. (In Russ.). https://doi.org/10.28983/asj.y2020i10pp76-80.
- 5. Ivanov YuG, Mashoshina EV, Verlikova LN et al. Robotic technology for milk from individual cows obtaining and its technical and economic assessment. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve = Machinery and technologies in livestock*. 2021;42(2):46-52. (In Russ.). https://doi.org/10.51794/27132064-2021-2-46.
- 6. Kornienko PP, Popenko VP. About the possibility of milk as an enriched functional product. *Aktual'nyye voprosy sel'skokhozyaystvennoy biologii* = *Actual issues in agricultural biology*. 2020;18(4):130-134. (In Russ.).
- 7. Kravchenko VN, Zimogorsky VK. Prospects for dairy farmings' digitalization. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve = Machinery and technologies in livestock.* 2020;40(4):4-13. (In Russ.).
- 8. Kuznetsova LV. The effectiveness of the implementation of the departmental special-purpose program "Creation of 100 robotic dairy farms in the Kaluga region". *Vestnik agrarnoj nauki = Bulletin of Agrarian Science*. 2022;97(4):95-102. (In Russ.). https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2022.4.95.
- 9. Kuznetsova LV, Mazurov VN. The effectiveness of the implementation of the DTP "Creation of 100 robotic dairy farms in the Kaluga region". *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022;222(7):79-90. (In Russ.). https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-222-07-79-90.
- 10. Mamedova RA. Dairy farming in Russia: current state and prospects of digitalization. *Agroinzheneriya* = *Agricultural engineering*. 2020;100(6):10-16. (In Russ.). https://doi.org/10.26897/2687-1149-2020-6-10-16.
- 11. Materials of Rosstat [Electronic resource]. URL: http://www.skotovodstvo.com/file/repository/ Dannye_Rosstata.pdf (date of application: 11.12.2022). (In Russ.).
- 12. Operational information on milk yields and sales [Electronic resource]. URL: http://old.mcx.ru/moloko/index.php (date of application: 11.12.2022). (In Russ.).
- 13. Rubaeva OD, Zubarev IA. Improvement of the fodder base quality management system for the dairy animal industry in the conditions of digital economy in agro-industrial complex. *Vestnik agrarnoj nauki = Bulletin of Agrarian Science*. 2020;84(3):135-140. (In Russ.). https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.3.135.

- 14. Simonov GA, Nikiforov VE, Filippova OB. Advantages of robots over traditional cow milking technology. *Nauka v tsentral'noy Rossii = Science in the central Russia*. 2020;46(4):54-62. (In Russ.). https://doi.org/10.35887/2305-2538-2020-4-54-62.
- 15. Simonov GA, Nikiforov VE, Ivanova DA, Filippova OB. Robotic technology milking the cowsincreases the efficiency of milk production. *Nauka v tsentral'noy Rossii = Science in the central Russia*. 2020;47(5):74-81. (In Russ.). https://doi.org/10.35887/2305-2538-2020-5-74-81.
- 16. Slozhenkina MI, Gorlov IF, Kryuchkova VV et al. Development of drinking yogurt enriched in magnesium. *Industriya pitaniya = Food industry*. 2020;5(4):18-25. (In Russ.). https://doi.org/10.29141/2500-1922-2020-5-4-3.
- 17. Tolybaev ON uly, Masharipova Kh. The current state and prospects of dairy cattle breeding. *Molodoy uchenyy.* = *Young scientist.* 2021;353(11):216-218. (In Russ.).
- 18. Fedotova AM, Gorlov IF, Surkova SA et al. Milk production and the number of dairy cattle in the regions of the Southern Federal District. *Agrarno-pishchevyye innovatsii* = *Agrarian-and-food innovations*. 2022;17(1):30-40. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-30-40.
- 19. Fedotova GV, Tkachenkova NA, Slozhenkina AA, Chekanova MA. Study of the quality of milk raw materials obtained under conditions of robotic milking. *Agrarno-pishchevyye in-novatsii* = *Agrarian-and-food innovations*. 2022;17(1):41-51. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-41-51.
- 20. Fedotova GV, Slozhenkina MI, Vorontsova ES et al. Features of milk productivity of cows at large enterprises of the Volgograd region. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2022;65(1):228-240. (In Russ.). https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-01-22.
- 21. Chekanova MA, Gorlov IF, Tkachenkova NA et al. Experience of milk production using robotic milking carousel Gea DairyProQ. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2022;66(2):208-220. (In Russ.). https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-02-27.
- 22. Slozhenkina MI, Fedotova GV et al. New algorithms for providing safe food raw materials: lessons from the pandemic. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(848):012195.
- 23. Komlatsky GV, Gorlov IF, Puzankova VA et al. Environmentally oriented techniques to reduce methanogenesis in dairy farming. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022;1076(1):012061. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1076/1/012061.
- 24. Kontareva VY, Belik SN, Morgul EV et al. Improving the environmental safety of dairy products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;(965):012025. https://doi.org/10.1088/1755-1315/965/1/012025.
- 25. Kryuchkova VV, Belik SN, Gorlov IF et al. Enriched fermented dairy product: functional characteristics and technology. *Studii şi Cercetări Ştiinţifice Chimie şi Inginerie Chimică*, *Biotehnologii, Industrie Alimentară*. 2022;23(1):073-081.
- 26. Najgebauer-Lejko D et al. Probiotic yoghurts with sea buckthorn, elderberry, and sloe fruit purees. *Molecules*. 2021;26(8):2345.

27. Serova OP, Razdolgina NS, Romazanov RA et al. Production of specialized protein dairy products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;(981):022095. https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/2/022095.

Вклад авторов: Авторский коллектив во главе с Натальей И. Мосоловой рассмотрел современные проблемы в молочной отрасли и проанализировали данные о современных перспективных направлениях развития данной отрасли. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: The team of authors headed by Natalia I. Mosolova reviewed the current problems in the dairy industry and analyzed data on the current promising directions of development of this industry. The authors participated equally in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

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

Conflict of interest. The authors state that there is no conflict of interest in connection with the publication of this article.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Мосолова Наталья Ивановна — главный научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;

e-mail: natali.niimmp@yandex.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6559-6595;

Мосолова Дарья Александровна — магистрант, Университет «IAE Gustave Eiffel School of Management»; 94010, Франция, Кретей Седекс, Площадь Порт-де-Шан; e-mail: daria.mosolova8@gmail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0002-5579-6726;

Сложенкина Александра Алексеевна — магистрант, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; 109028, Россия, Москва, Покровский бульвар, д. 11; e-mail: slozhenkina@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5913-5303.

Information about the authors (excluding the contact person):

Natalia I. Mosolova — Chief Researcher of the Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: natali.niimmp@yandex.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6559-6595;

Daria A. Mosolova — Master's Student, UPEC — University «IAE Gustave Eiffel School of Management»; Place de la Porte des Champs, 94010, Créteil cedex, France; e-mail: daria.mosolova8@gmail.ru; https://orcid.org/0000-0002-5579-6726;

Alexandra A. Slozhenkina — Master's Student, National Research University "Higher School of Economics"; 11, Pokrovsky Bulvar, Moscow, 109028, Russian Federation; e-mail: slozhenkina@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5913-5303.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 02.12.2022; одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 23.12.2022; принята к публикации / accepted for publication: 26.12.2022

ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ / MANUFACTURE OF LIVESTOCK PRODUCTION

Hayчная статья / Original article УДК 636.082.22

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-22-29

ОЦЕНКА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ МЯСНОЙ ПОРОДЫ ПО КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА

EVALUATION OF BULLS-PRODUCERS OF MEAT BREED BY THE QUALITY OF OFFSPRING

Аркадий К. Натыров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Борис С. Убушаев,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Наталья Н. Мороз,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **Светлана А. Слизская,** ассистент

Arkady K. Natyrov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor Boris S. Ubushaev, Dr. Sci. (Agriculture), Professor Natalia N. Moroz, PhD (Agriculture), Associate Professor Svetlana A. Slizskaya, Assistant

Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, Элиста

Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Republic of Kalmykia, Russia

Контактное лицо: Натыров Аркадий Канурович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан аграрного факультета и профессор кафедры аграрных технологий и переработки с.-х. продукции, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: natyrov_ak@mail.ru; тел.: 89374615994; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3219-0836.

Для цитирования: Натыров А.К., Убушаев Б.С., Мороз Н.Н., Слизская С.А. Оценка быковпроизводителей мясной породы по качеству потомства // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 22-29. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-22-29.

Principal Contact: Arkady K. Natyrov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Dean of the Faculty of Agriculture and Professor of the Department of Agricultural Technologies and Processing of Agricultural Products, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4, building 3, KSU complex, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation;

e-mail: natyrov_ak@mail.ru; tel.: +79374615994; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3219-0836.

For citation: Natyrov A.K., Ubushaev B.S., Moroz N.N., Slizskaya S.A. Evaluation of bulls-producers of meat breed by the quality of offspring. *Agrarian-and-food innovations*. 2022; 19(3):22-29. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-22-29.

Резюме

Цель. Испытание быков-производителей мясной породы по собственной продуктивности и качеству потомства.

Материалы и методы. В процессе проведения исследования использованы общепринятые зоотехнические и математические методы анализа. Цифровой материал был биометрически обработан на ПК по программе «Microsoft Office Excel».

Результаты. Были отобраны 3 группы бычков. В 1 группу входили бычки генеалогической линии быка-производителя Беглец 2113, во 2 группу — линии Журнала 2101 и в третью — Буйного 2140. Средний балл по 1 группе бычков составил 34,5 и комплексный индекс 99,4, соответственно по 2 группе — 35,6 и 101,9 и по 3 — группе 34,3 и 98,6. Прижизненная оценка мясных качеств показала, что бычки 2 группы обладали лучшими мясными формами и превосходили сверстников на 0,6-0,7 балла.

Заключение. Проведённая оценка по качеству потомства показала, что наиболее эффективного улучшения племенных и продуктивных качеств в породе можно добиться, используя быка-производителя Журнала 2101 и его потомков.

Ключевые слова: мясной скот, быки-производители, оценка по качеству потомства, комплексный индекс, селекция

Abstract

Purpose. The purpose of the work was to test the bulls-producers of meat breed on their own productivity and the quality of offspring.

Materials and Methods. In the course of the study, generally accepted zootechnical and mathematical methods of analysis were used. The digital material was biometrically processed on a PC using the Microsoft Office Excel program.

Results. 3 groups of bulls were selected. The 1st group included bulls of the genealogical line of the bull-producer Runaway 2113, the 2nd group of the Journal line 2101 and the third Violent 2140. The average score for the 1st group of bulls was 34.5 and the complex index was 99.4, respectively, for the 2nd group 35.6 and 101.9 and for the 3rd group 34.3 and 98.6. Lifetime assessment of meat qualities showed that the bulls of the 2nd group had the best meat forms and surpassed their peers by 0.6-0.7 points.

Conclusion. The evaluation of the quality of offspring showed that the most effective improvement of breeding and productive qualities in the breed can be achieved by using the bull-producer of the Journal 2101 and its descendants.

Keywords: Beef cattle, breeding bulls, evaluation of the quality of offspring, complex index, breeding

Введение. Оценка быков-производителей мясных пород по собственной продуктивности и качеству потомства является основным элементом всей племенной работы (Ворожейкин А.М., 2015; Виль Л.Г. и Адриановский В.А., 2018; Ларина О.В. и др., 2021). Опыт развития отечественного и зарубежного мясного скотоводства показывает, что наиболее быстрого и эффективного улучшения племенных и продуктивных качеств животных мясных пород и их помесей можно достигнуть при широком использовании препотентных быковпроизводителей (Сурундаева Л.Г. и др., 2016; Каюмов Ф.Г. и Польских С.С., 2016; Баринов В.Э. и др., 2017; Каюмов Ф.Г. и др., 2017).

Теоретической и практической предпосылкой метода испытания продуктивности быков служит наличие высокой положительной корреляции (0,7-0,9) между энергией роста в молодом возрасте самого производителя и его потомков (Каюмов Ф.Г. и др., 2017; Каюмов Ф.Г. и Третьякова Р.Ф., 2020; Горлов И. и др., 2021).

При испытании по качеству потомства бычки от различных быков-производителей до 180-дневного возраста выращиваются на полном подсосе под матерями. После отъема из них формируют группы, в состав которых включают по 10-15 хорошо развитых, отвечающих требованиям не ниже класса «элита», сыновей одного производителя и размещают их в отдельные секции испытательной станции-элевера после предварительного ветеринарного об-

следования (Амерханов Х.А. и др., 2018; Хайнацкий В.Ю., 2019). Здесь животные адаптируются в течение 30 дней.

Целью настоящей работы было испытание быков-производителей мясной породы по собственной продуктивности и качеству потомства.

Материалы и методы. Экспериментальная работа проводилась в НАО ПЗ «Кировский» Яшкульского района Республики Калмыкия.

Нами с целью испытания по собственной продуктивности и качеству потомства были отобраны в 8-месячном возрасте 3 группы бычков-аналогов, по 10 животных в каждой. Молодняк являлся потомками 3-х быков калмыцкой породы, принадлежащих к различным генеалогическим линиям, и был рожден от коров не ниже I класса. В 1 группу входили бычки генеалогической линии быка-производителя Беглец 2113, во 2 группу — линии Журнала 2101 и в 3 — Буйного 2140. Содержались потомки каждого быка-производителя отдельно и после 30-дневного предварительного периода начинался период испытания.

Таким образом, с 210- и до 450-дневного возраста предусматривалось их контрольное выращивание, где учитывались следующие показатели:

- затраты кормов по результатам группового учета заданных кормов и их остатков, по двум смежным дням, 3 раза в месяц;
- живая масса каждого потомка определялась ежемесячным взвешиванием при постановке в возрасте 8 мес. и до 15-мес. возраста;
 - интенсивность роста оценивалась ежемесячно и весь контрольный период;
 - затраты корма на 1 кг прироста;
 - оценка конституции, экстерьера и типа животных в возрасте 415 дней.

Кормление животных организовали по детализированным нормам, чтобы среднесуточные приросты за 210 дней оценки составляли в среднем по группе не менее 800 г. Полученные материалы обрабатывали методами вариационной статистики с использованием пакета программ «Microsoft Office Excel».

Результаты и обсуждение. В связи с тем, что одним из показателей прижизненной оценки продуктивности крупного рогатого скота является величина живой массы, которая служит показателем развития, упитанности, физиологического состояния, а также уровня обеспеченности животных питательными веществами, нами учитывалась живая масса, среднесуточные приросты молодняка.

Живая масса при постановке животных на опыт в среднем по группам составляла 179,6-180,3 кг, но имелись некоторые различия внутри групп животных (таблица 1).

Таблица 1. Динамика живой массы и среднесуточных приростов

Table 1. Dynamics of live weight and average daily gains

		Среднесуточный прирост		
Группа	Live weight, kg			(8-15 месяцев), г
Group	8 месяцев	12 месяцев	15 месяцев	Average daily increase
	8 months	12 months	15 months	(8-15 months), g
1	180,3±2,37	261,1±2,47**	345,0±1,68*	784,4±4,38**
2	180,0±3,30	274,1±2,34	350,5±2,05	814,5±5,34
3	179,6±2,66	262,3±1,80**	342,0±1,54**	773,3±6,72**

Примечание: * — P \geq 0,95; ** — Р \geq 0,99 при сравнении со второй группой

Note: $*-P \ge 0.95$; $**-P \ge 0.99$ when compared with the second group

За период выращивания с 8- до 15-месячного возраста среднегрупповые данные по живой массе различались между собой. В 12-месячном возрасте бычки линии Журнала 2101 по живой массе достоверно превосходили сверстников из первой группы (линия Беглеца 2113) на 13,0 кг или 4,75% ($P \ge 0,99$) и третьей (линия Буйного 2140) — на 11,8 кг или 4,31% ($P \ge 0,99$). В 15 месяцев данная тенденция сохранилась, наименьшая живая масса была у потомков Буйного 2140 — 342 кг, наибольшая — у потомков Журнала 2101 — 350,5 кг. Превосходство потомков из линии быка Журнала 2101 по живой массе над сверстниками из линии Беглеца 2113 (первая группа) составило 5,5 кг или 1,57% ($P \ge 0,95$) и линии Буйного 2140 (третья группа) — 8,5 кг или 2,43% ($P \ge 0,99$).

Интенсивность роста, выраженная среднесуточными приростами живой массы, за весь период выращивания у потомков линии Журнала 2101 была выше на 5,06% по сравнению со сверстниками из третьей группы (линия Буйного 2140) и на 3,70% из первой группы (линия Беглеца 2113).

Оценка развития бычков проводилась путем взятия промеров статей тела и расчетов индексов телосложения при достижении 15-месячного возраста в конце опытного периода (таблица 2).

Таблица 2. Индексы телосложения подопытных бычков

Table 2. Indices	of the	physique	of exper	rimental bulls	•

Индексы телосложения	Группа					
Physique indices	Group					
I nysique indices	1	2	3			
Высоконогости	46,5±1,2	45,9±1,0	48,5±0,8			
Highlegged	40,5±1,2	43,9±1,0	40,J±U,0			
Растянутости	115,7±3,1	115 0 + 2 7	113,0±2,8			
Sprawl	113,7±3,1	115,8±2,7				
Костистости	14,4±0,3	15,2±0,2	15,4±0,2			
Bony	14,4±0,3	13,2±0,2				
Сбитости	120,4±2,8	122,6±2,6	116,5±2,7			
Downed	120,4±2,6	122,0±2,0				
Тазогрудной	98,9±2,4	106,3±2,0	92,1±1,9			
Pelvic chest	90,912,4	100,3±2,0				
Грудной	58,1±1,3	58,2±1,1	56,4±0,9			
Thoracic	30,1±1,3	J0,∠±1,1				

У бычков 2 группы были более высокими грудные промеры, они превосходили животных 1 и 3 групп по глубине, ширине и обхвату груди. По промерам, показывающим растянутость животного в длину, наиболее развитыми были бычки 2 группы, которые были больше по косой длине туловища бычков первой группы на 1,7 см и третьей группы – на 2,0 см.

Низкие индексы телосложения (тазогрудной и грудной) у бычков 3 группы указывают на слабое развитие мясных форм. На недостатки в развитии указывают также высокие индексы костистости и высоконогости у бычков 3 группы по сравнению со 2 и 1 группами.

Согласно инструкции, были оценены прижизненные мясные формы. За 100% были взяты средние показатели всех бычков на опыте (таблица 3).

Средний балл по 1 группе бычков составил 34,5 и комплексный индекс 99,4, по 2 группе -35,6 и 101,9 и по 3 группе -34,3 и 98,6 соответственно. Прижизненная оценка мясных качеств показала, что бычки 2 группы обладают лучшими мясными формами и превосходят сверстников на 0,6-0,7 балла.

Таблица 3. Комплексный индекс подопытных бычков

Table 3.	Complex	index or	f experimenta	l bulls
I WUIC J.	Compiex	mac x o j	CAPCILITICITIA	i Duiis

	Оцениваемые		Группа		
Показатели	показатели	Group			В среднем
Indicators	Evaluated	1	2	3	On average
	indicators				
Живая масса в возрасте 15 мес.	КГ	345,0	350,5	342,0	344,3
Live weight at the age of 15 months	kg		33,5		2,e
	индекс	100,2	101,8	99,3	100,4
	index	100,2	101,0	77,3	100,4
Среднесуточный прирост	Γ	784,4	814,5	777,9	788,1
Average daily gain	g	704,4	014,5	111,9	/60,1
	индекс	99,5	103,3	98,7	100,5
	index	99,3	103,3	98,7	100,3
Затрачено кормов на 1 кг прироста	к. ед.	0.7	0.4	0.0	0.5
Expend feed per 1 kg of gain	к. ed .	8,7	8,4	8,8	8,5
	индекс	07.7	101 1	06.5	09.4
	index	97,7	101,1	96,5	98,4
Прижизненная оценка мясных качеств	балл	45.0	46.1	165	46.2
Lifetime evaluation of meat qualities	mark	45,9	46,1	46,5	46,2
	индекс	100.6	100.2	00.4	100.1
	index	100,6	100,2	99,4	100,1
Общая оценка баллов	балл	245	25.6	24.2	26.0
Overall score of points	mark	34,5	35,6	34,3	36,0
Комплексный индекс	индекс	99,4	101.0	09.7	100,0
Complex index	index	77,4	101,9	98,7	100,0

Заключение. Анализируя суммарный индекс, можно сказать, что наибольшее количество потомков, имеющих индекс выше 100%, было у быка Журнала 2101 (2 группа). У быка Буйного 2140 почти все потомки имели суммарный индекс менее 100%. По результатам проведённой оценки по качеству потомства бычков калмыцкой породы можно сделать вывод, что в соответствии с комплексным индексом наиболее эффективного улучшения племенных и продуктивных качеств в породе можно добиться, используя быка-производителя Журнала 2101 и его потомков.

Благодарность: Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-03-2022-119/1 («Особенности организации генома крупного рогатого скота мясных пород, ассоциированных с высоким адаптивным и продуктивным потенциалом, на основе высокополиморфных генетических маркеров»).

Acknowledgment: This work was carried out as part of a state assignment of the Ministry of Science and Higher Education, No 075-03-2022-119/1 ("Features of the organization of the genome of beef cattle breeds associated with high adaptive and productive potential, based on highly polymorphic genetic markers").

Список источников

- 1. Баринов В.Э., Манджиев Н.В., Каюмов Ф.Г., Болаев Б.К., Моисейкина Л.Г., Генджиева О.Б., Сидихов Т.М. Повышение племенных качеств калмыцкого скота на основе эффективного использования выдающихся быков-производителей в естественной случке // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4 (100). С. 48-56.
- 2. Виль Л.Г., Адриановский В.А. Оценка быков-производителей по качеству потомства и испытание сыновей по собственной продуктивности // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 5. С. 109-115.
- 3. Ворожейкин А.М. Отечественный опыт оценки быков-производителей по качеству потомства и обоснование новых современных подходов к методам оценки и разведения мясного скота // Животноводство и кормопроизводство. 2015. № 3(91) С. 29-33.
- 4. Горлов И., Сложенкина М., Радчиков В., Цай В. Выращиваем бычков в послемолочный период // Животноводство России. 2022. № 3. С. 41-44. https://doi.org/10.25701/ZZR.2022.03.03.003.
- 5. Каюмов Ф.Г., Польских С.С. Развитие мясного скотоводства в России // Генетика и разведение животных. 2016. № 1. С. 52-56.
- 6. Каюмов Ф.Г., Шевхужев А.Ф., Герасимов Н.П. Селекционно-племенная работа с калмыцкой породой скота на современном этапе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 48. С. 64-72.
- 7. Каюмов Ф.Г., Кущ Е.Д., Половинко Л.М., Герасимов Н.П. Сравнительная оценка бычков калмыцкой породы новосозданных заводских типов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1 (97). С. 21-28.
- 8. Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф. Результаты оценки быков-производителей абердинангусской породы по качеству потомства, выделение родоначальников новых линий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (84). С. 273-277. https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-84-4-273-277.
- 9. Ларина О.В., Федорова М.И., Холодов Ю.Н., Бахтина А.В. Оценка быков-производителей по мясным качествам потомства // Главный зоотехник. 2021. № 8. C. 35-41. https://doi.org/10.33920/sel-03-2108-05.
- 10. Рекомендации по оценке быков-производителей мясных пород по собственной продуктивности и качеству потомства / Амерханов Х.А., Белоусов А.М., Каюмов Ф.Г., Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. и др. Оренбург, 2018. 24 с.
- 11. Сурундаева Л.Г., Каюмов Ф.Г., Маевская Л.А. Методы создания нового типа калмыцкого скота «Айта» // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (57). С. 85-88.
- 12. Хайнацкий В.Ю. Собственная продуктивность как критерий оценки племенной ценности быков в мясном скотоводстве // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Том 102, № 1. С. 112-120. https://doi.org/10.33284/2658-3135-102-1-112.

References

1. Barinov VE, Mandzhiev NV, Kayumov FG, Bolayev BK, Moiseikina LG, Genjieva OB, Sidikhov TM. Increase of breeding qualities of Kalmyk cattle based on effective use of outstanding sires at natural mating. *Vestnik myasnogo skotovodstva = Bulletin of beef cattle breeding*. 2017;100(4):48-56. (In Russ.).

- 2. Vil LG, Adrianovsky VA. Evaluation of the quality of bulls-producers offspring according to the quality and testing their sons according to their own productivity. *Vestnik Krasnoyar-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = The Bulletin of KrasSAU*. 2018;(5):109-115. (In Russ.).
- 3. Vorozheykin AM. Russian experience of sires assessment by the quality of their progeny and new modern approaches of assessment and breeding of beef cattle. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbrandy and Fodder Production*. 2015;91(3):29-33. (In Russ.).
- 4. Gorlov I, Slozhenkina M, Radchikov V, Tsai V. Growing bull-calves in the postweaning period. *Zhivotnovodstvo Rossii* = *Animal Husbandry of Russia*. 2022;(3):41-44. https://doi.org/10.25701/ZZR.2022.03.03.003. (In Russ.).
- 5. Kajumov FG, Polskih SS. The development of beef cattle breeding in Russia. *Genetika i razvedenie zhivotnyh = Genetics and breeding of animals*. 2016;(1):52-56. (In Russ.).
- 6. Kayumov FG, Shevkhuzhev AF, Gerasimov NP. Selection and breeding work with the Kalmyk breed of cattle at the present stage. *Izvestia Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2017;(48):64-72. (In Russ.).
- 7. Kayumov FG, Kushch YeD, Polovinko LM, Gerasimov NP. Comparative assessment of Kalmyk bulls of newly created breeding types. *Vestnik myasnogo skotovodstva = Herald of Beef Cattle Breeding*. 2017;97(1):21-28. (In Russ.).
- 8. Kayumov FG, Tretyakova RF. The results of the Aberdeen-angus sires assessment by the quality of their offspring and identification of the new pedigree lines. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020;84(4):273-277. (In Russ.). https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-84-4-273-277.
- 9. Larina OV, Fedorova MI, Kholodov YuN, Bakhtina AV. Evaluation of sires according to offspring beef quality. *Glavnyj zootekhnik = Head of Animal Breeding*. 2021;(8):35-41. (In Russ.). https://doi.org/10.33920/sel-03-2108-05.
- 10. Recommendations for the evaluation of meat breeds bull-producers according to their own productivity and offspring quality / Amerkhanov KhA, Belousov AM, Kayumov FG, Dzhulamanov KM, Dubovskova MP et al. Orenburg, 2018. 24 p. (In Russ.).
- 11. Surundaeva LG, Kayumov FG, Maevskaya LA. Methods of breeding the new "Ayta" type of Kalmyk cattle. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2016;57(1):85-88. (In Russ.).
- 12. Khaynatsky VYu. Own productivity as breeding value evaluation criterion of beef bulls. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbrandy and Fodder Production*. 2019;102(1):112-120. (In Russ). https://doi.org/10.33284/2658-3135-102-1-112.

Вклад авторов: Борис С. Убушаев и Наталья Н. Мороз отвечали за литературный обзор и проведение научных исследований. Светлана А. Слизская осуществляла подбор статистических данных, их обработку и оформление в табличном формате. Аркадий К. Натыров, общее руководство, редакция материала. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: Boris S. Ubushaev and Natalia N. Moroz were responsible for the literary review and conducting scientific research. Svetlana A. Slizskaya carried out the selection of statistical data, their processing and formatting in tabular format. Arkady K. Natyrov – gen-

 N^{0} 3(19), 2022 2022;19(3)

eral management, editorial staff of the material. The authors participated equally in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

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

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

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Убушаев Борис Сангаджиевич — профессор кафедры биотехнологии и животноводства, Калмыц-кий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: ubuschbs@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6963-0674;

Мороз Наталья Николаевна — доцент кафедры аграрных технологий и переработки с.-х. продукции, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: moroz_nn73@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8970-7595;

Слизская Светлана Алексеевна — ассистент кафедры аграрных технологий и переработки с.-х. продукции, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: slizskaia70@mail.ru.

Information about the authors (excluding the contact person):

Boris S. Ubushaev — Professor of the Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4; building 3, KSU complex, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: ubuschbs@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6963-0674;

Natalia N. Moroz — Associate Professor of the Department of Agricultural Technologies and Processing of Agricultural Products, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4; building 3, KSU complex, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: moroz_nn73@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8970-7595;

Svetlana A. Slizskaya – Assistant of the Department of Agricultural Technologies and Processing of Agricultural Products, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4; building 3, KSU complex, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: slizskaia70@mail.ru.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 06.06.2022; одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 30.09.2022; принята к публикации / accepted for publication: 05.10.2022

Научная статья / *Original article* УДК 636.2.033:591.11

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-30-38

ВЛИЯНИЕ КЛИНИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ МЯСНЫХ ПОРОД

EFFECT OF CLINICAL AND PHYSIOLOGICAL INDICATORS ON THE PRODUCTIVITY OF ANIMAL MEAT BREEDS

¹Иван Ф. Горлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН
¹Дмитрий В. Николаев, доктор сельскохозяйственных наук
^{1,2}Светлана А. Суркова, магистрант
³Дарья А. Мосолова, магистрант

¹Ivan F. Gorlov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of RAS

¹Dmitriy V. Nikolaev, Dr. Sci. (Agriculture)

^{1, 2}Svetlana A. Surkova, Master's Student

³Daria A. Mosolova, Master's Student

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград ²Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, Элиста ³Университет «IAE Gustave Eiffel School of Management», Кретей Седекс, Франция

¹Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia ²Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Republic of Kalmykia, Russia ³UPEC – University «IAE Gustave Eiffel», Créteil cedex, France

Контактное лицо: Николаев Дмитрий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук и ведущий научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: dmitriynikolaev1978@yandex.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9283-5299.

Для цитирования: Горлов И.Ф., Николаев Д.В., Суркова С.А., Мосолова Д.А. Влияние клиникофизиологических показателей на продуктивность животных мясных пород // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 30-38. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-30-38.

Principal Contact: Dmitriy V. Nikolaev, Dr. Sci. (Agriculture) and Leading Researcher of the Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;

e-mail: dmitriynikolaev1978@yandex.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9283-5299.

For citation: Gorlov I.F., Nikolaev D.V., Surkova S.A., Mosolova D.A. Effect of clinical and physiological indicators on the productivity of animal meat breeds. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;19(3):30-38. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-30-38.

Резюме

Цель. Изучение корреляционной зависимости клинико-физиологических показателей животных калмыцкой и русской комолой пород и мясной продуктивности.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились на базе хозяйства — ООО «ВолгоДонАгро» (Волгоградская область) с использованием классических и современных зоотехнических, биохимических и других методов. Объект исследований: молодняк рус-

ской комолой и калмыцкой пород. Кормовые рационы составляли с учетом уровня среднесуточных приростов 950-1000 г. Корректировку расчетов компонентов проводили с помощью программы «КормОптимаЭксперт». Исследования химического и биохимического состава крови подопытного молодняка проводили в лабораториях ГНУ НИИММП (г. Волгоград), ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (г.о. Подольск, Московская область). Уровень специфических иммуноглобулинов определяли по методу Манчини. Все полученные в ходе эксперимента результаты подвергали обработке методами вариационной статистики с использованием пакета программ «Excel» («Місгоsoft», США) и «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты. Установлено повышенное содержание гематологических показателей у молодняка русской комолой породы в сравнении с животными калмыцкой породы: эритроцитов — на 6.79% (P>0,95), лейкоцитов — на 0.37%, гемоглобина — на 1.26% (P>0,95), а также лизоцимной активности — на 0.36% (P>0,95), бактерицидной — на 1.19% (P>0,99), фагоцитарной — на 0.86% (P>0,95) соответственно. Превосходство бычков русской комолой породы по уровню иммуноглобулинов в сыворотке крови составило: LgG — 5.87% (P>0,95), LgM — 5.38% (P>0,95), LgA — 13.16% (P>0,99) соответственно. За период опыта животные русской комолой породы набрали 231.02 кг живой массы, а аналоги калмыцкой породы — 207.87 кг. Масса бычков русской комолой породы выше по сравнению с аналогами калмыцкой на 10.02% (Р>0,99). Коэффициент корреляции эритроцитов с живой массой был выше у животных русской комолой породы по сравнению с аналогами калмыцкой породы на 0.05%, лейкоцитов с живой массой — на 0.03% и гемоглобина с живой массой — на 0.05% соответственно.

Заключение. Животные русской комолой породы характеризовались более высокими гематологическими показателями, иммуноглобулинами всех изучаемых типов в пределах физиологической нормы, а значит и повышенными обменными процессами, протекающими в их организме.

Ключевые слова: бычки, мясные породы, гематологические показатели, иммуноглобулины, живая масса, корреляционная зависимость

Abstract

Purpose. Study of the correlation dependence of clinical and physiological parameters of animals of the Kalmyk and Russian hornless breeds and meat productivity.

Materials and Methods. Experimental studies were carried out on the basis of the farm "Volgo-DonAgro" LLC (Volgograd region) using classical and modern zootechnical, biochemical and other methods. Object of research: young animals of Russian hornless and Kalmyk breeds. Feed diets were made taking into account the level of average daily gains of 950-1000 g. The calculation of the components was corrected using the KormOptimaExpert program. Studies of the chemical and biochemical composition of the blood of experimental young animals were carried out in the laboratories of VRIMMP (Volgograd), Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst (Podolsk, Moscow region). The level of specific immunoglobulins was determined by the Mancini method. All the results obtained during the experiment were processed by the methods of variation statistics using the Excel (Microsoft, USA) and Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., USA) software package.

Results. An increased content of hematological parameters in young animals of the Russian horn-less breed was established in comparison with animals of the Kalmyk breed: erythrocytes – by 6.79% (P>0.95), leukocytes – by 0.37%, hemoglobin – by 1.26% (P>0.95), as well as lysozyme activity – by 0.36% (P>0.95), bactericidal – by 1.19% (P>0.99), phagocytic – by 0.86% (P>0.95) respectively. The superiority of young bulls of the Russian hornless breed in terms of the level of im-

munoglobulins in the blood serum was: LgG - 5.87% (P>0.95), LgM - 5.38% (P>0.95), LgA - 13.16% (P>0.99) respectively. During the period of the experiment, the animals of the Russian hornless breed gained 231.02 kg of live weight, and the analogues of the Kalmyk breed -207.87 kg. The mass of young bulls of the Russian hornless breed is 10.02% higher compared to the Kalmyk analogues (P>0.99). The correlation coefficient of erythrocytes with live weight was higher in animals of the Russian hornless breed compared to Kalmyk breed analogues by 0.05%, leukocytes with live weight - by 0.03% and hemoglobin with live weight - by 0.05%, respectively.

Conclusion. Animals of the Russian hornless breed were characterized by higher hematological parameters, immunoglobulins of all studied types within the physiological norm, and hence increased metabolic processes occurring in their body.

Keywords: young bulls, meat breeds, hematological parameters, immunoglobulins, live weight, correlation dependence

Введение. В Российской Федерации на протяжении последних десятилетий наблюдается недостаток говядины на внутреннем рынке. В РФ насчитывается 2 926 тыс. голов крупного рогатого скота мясных пород. Одним из эффективных путей решения существующей проблемы по увеличению производства говядины являлась закупка импортного поголовья или селекционного материала, однако в последние годы из-за санкционного давления на нашу страну стало невозможно использовать данное направление (Габидулин В.М. и Белоусов А.М., 2013; Насамбаев Е.Г. и др., 2018; Чинаров В.И., 2020).

Ученые и практики животноводства в настоящее время используют местные отечественные ресурсы мясного скота, помесных и чистопородных животных, в товарных и племенных хозяйствах для их дальнейшего выращивания и откорма на мясо (Шевелева О.М. и др., 2012; Приступа В.Н. и др., 2020).

В ЮФО наибольшее распространение среди крупного рогатого скота мясного направления продуктивности получили следующие породы: калмыцкая, казахская белоголовая, абердин-ангусская и русская комолая.

В связи с этим исследования, направленные на изучение возможности прогнозирования увеличения производства говядины за счет изучения гематологических показателей, приобретают особую актуальность и значимость.

Одной из важнейших особенностей крупного рогатого скота мясного направления продуктивности является адаптационная, которая позволяет судить о возможности распространения животных в разные климатические регионы страны. В регионе Нижнего Поволжья, особенно в Волгоградской области и Республике Калмыкия, в условиях резко континентального климата в летний период года жара доходит до +45°C и выше, а зимой глубина покрова снега может достигать 50 см, а температура – опускаться до -35°C и ниже. Кроме того, такие условия сопровождаются ветром до 25 метров в секунду. Все это способствует раскрытию адаптационных возможностей животных, находящихся в таких суровых условиях и способных показывать высокий уровень продуктивности, давать приплод (Вовченко Е.В. и др., 2019; Приступа В.Н. и др., 2020;).

Во многих более ранних работах исследователями отмечается высокая адаптационная способность животных калмыцкой, казахской белоголовой, абердин-ангусской и русской комолой пород (Каюмов Ф.Г. и Шевхужев А.В., 2016; Половинко М.Ю. и др., 2016).

Цель работы — изучить корреляционную зависимость клинико-физиологических показателей животных калмыцкой и русской комолой пород с мясной продуктивностью.

Материалы и методы. Базой для проведения исследований было выбрано следующее хозяйство – ООО «ВолгоДонАгро» Светлоярского района Волгоградской области. В хозяй-

стве были сформированы две группы животных в возрасте 8 мес.: одна — из бычков русской комолой породы, другая — из аналогов калмыцкой породы, по 30 голов в каждой.

Условия содержания животных соответствовали общепринятой в России технологии выращивания мясного скота.

Кормовые рационы для подопытного поголовья составляли с учетом среднесуточных приростов на уровне от 950 до 1000 грамм в сутки, корректировку расчетов компонентов проводили с помощью программы «КормОптимаЭксперт» при использовании норм кормления (Клейменов Н.И., Стрекозов Н.И., Калашников А.П. и др., 2003).

В хозяйстве практикуется круглогодовой пастбищный тип выращивания животных с вечерней подкормкой концентратами из расчета 3,5 кг на голову в сутки.

Необходимые исследования химического и биохимического состава крови подопытного молодняка исследования проводили в лабораториях ГНУ НИИММП (г. Волгоград), ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста (г.о. Подольск, Московская область).

Уровень специфических иммуноглобулинов определяли по отдельным изотипам в двойной повторности по методике радиальной иммунодиффузии с определением классов иммуноглобулинов (Метод Манчини) (Еременко В.И. и Сейн О.Б., 2011; Manchini G et al., 1965; Klobasa F and Butler JE, 1987).

Результаты, полученные в ходе выполнения научного эксперимента, подвергали обработке методами вариационной статистики в программе «Excel» («Microsoft», США) с установлением уровней достоверности «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты и обсуждение. Изучение физиологического состояния подопытного молодняка показало, что в крови животных русской комолой породы содержалось больше эритроцитов на 6,79% (P>0,95), лейкоцитов — на 0,37%, гемоглобина — на 1,26% (P>0,95) по сравнению с аналогами калмыцкой породы. Следует отметить, что повышенное содержание гематологических показателей у молодняка русской комолой породы все же находилось в пределах физиологической нормы.

Одними из важнейших показателей при изучении иммунитета животных являются показатели естественной резистентности, к которым относят лизоцимную, бактерицидную и фагоцитарную активности.

При изучении сыворотки крови подопытного молодняка было установлено, что по лизоцимной активности животные русской комолой породы превосходили аналогов калмыцкой на 0.36% (P>0,95); бактерицидной – на 1.19% (P>0,99); фагоцитарной активности – на 0.86% (P>0,95) соответственно.

Одним из индикаторов резистентности организма может служит уровень иммуноглобулинов в сыворотке крови, так как среди них есть иммуноглобулины, передающиеся с материнским молоком и вырабатываемые организмом в процессе жизнедеятельности в качестве ответа на раздражители (рисунок 1).

Анализ полученных результатов по содержанию иммуноглобулинов в сыворотке крови бычков показал, что по иммуноглобулинам типа LgG животные русской комолой породы превосходят аналогов калмыцкой на 1,4 мг/мл, или 5,87% (P>0,95); LgM — на 0,15 мг/мл, или 5,38% (P>0,95); LgA — на 0,10 мг/мл, или 13,16% (P>0,99) соответственно.

Отмеченное достоверное повышение содержания иммуноглобулинов всех трех типов в сыворотке крови животных русской комолой породы по сравнению с аналогами калмыцкой служит доказательством их высокого иммунного статуса, а также дает возможность предположить и повышенный уровень обменных процессов, происходящих в организме.

В процессе экспериментальной работы нами было проведено взвешивание подопытного поголовья (рисунок 2).

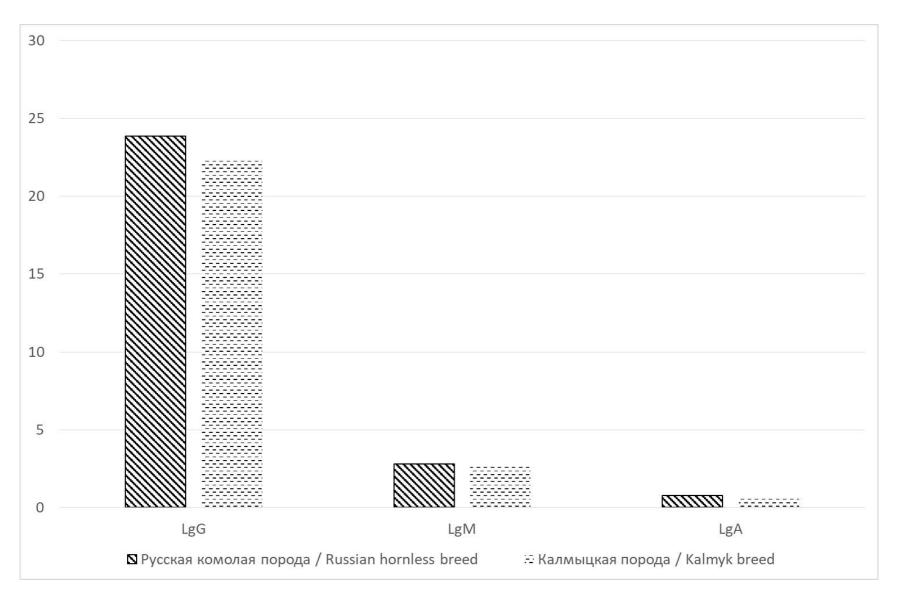


Рисунок 1. Уровень иммуноглобулинов в сыворотке крови подопытных бычков, мг/мл *Figure 1.* The level of immunoglobulins in the blood serum of experimental young bulls, mg / ml

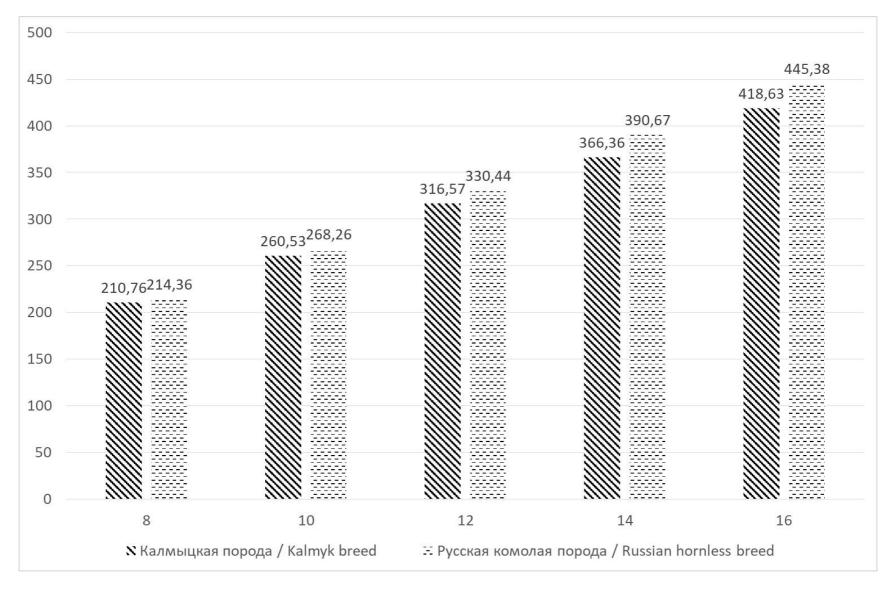


Рисунок 2. Динамика живой массы подопытного молодняка в разные возрастные периоды, кг *Figure 2.* Dynamics of live weight of experimental young animals in different age periods, kg

Как видно из представленных на рисунке 2 данных, животные русской комолой породы превосходят своих аналогов калмыцкой породы во все изучаемые возрастные периоды: начиная с 8-месячного возраста на 3,6 кг, или 1,68%; 10-месячного — на 7,73 кг, или 2,88% (P>0,95); 12-месячного — на 13,87 кг, или 4,20% (P>0,99); 14-месячного — на 24,31 кг, или 6,22% (P>0,99); 16-месячного — на 26,75 кг, или 6,01% (P>0,99) соответственно.

За весь период опыта с 8- до 16-месячного возраста животные русской комолой породы набрали 231,02 кг, а аналоги калмыцкой породы -207,87 кг. Масса бычков русской комолой породы выше по сравнению с аналогами калмыцкой на 23,15 кг, или 10,02% (P>0,99).

Для установления зависимости гематологических показателей от живой массы был проведен расчет корреляции (рисунок 3).

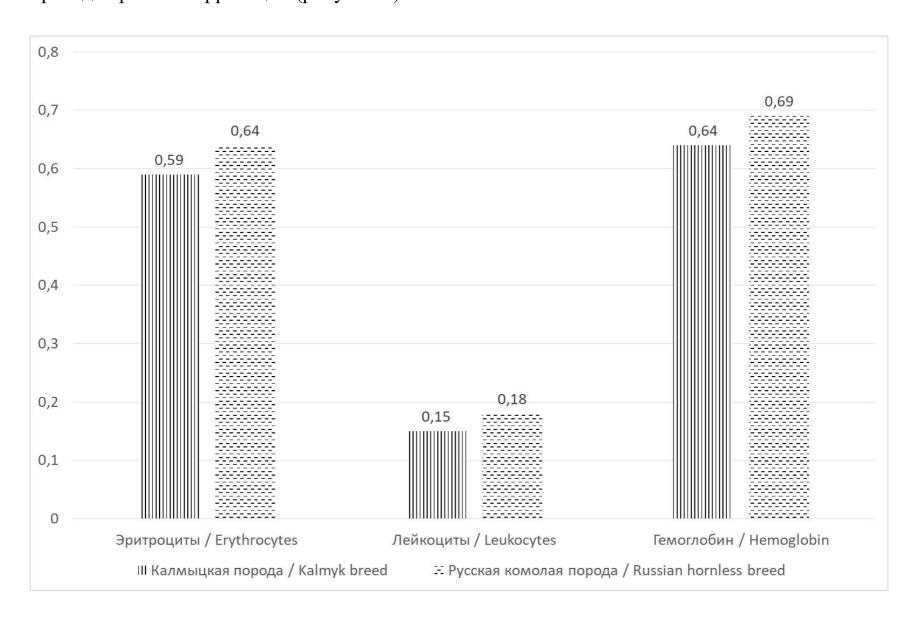


Рисунок 3. Корреляционная зависимость морфологических показателей крови с живой массой изучаемых бычков

Figure 3. Correlation dependence of morphological parameters of blood with the live weight of the studied young bulls

Расчет коэффициента корреляции показал, что у животных русской комолой породы по сравнению с аналогами калмыцкой породы по взаимосвязи эритроцитов с живой массой он был выше на 0.05%; по лейкоцитам с живой массой — на 0.03% и по гемоглобину с живой массой — на 0.05% соответственно.

Заключение. В процессе экспериментальных исследований по изучению бычков русской комолой и калмыцкой пород установлено, что животные русской комолой породы характеризовались более высокими гематологическими показателями, иммуноглобулинами всех изучаемых типов в пределах физиологической нормы, а значит и повышенными обменными процессами, протекающими в их организме.

Повышение уровня обменных процессов в организме подопытных бычков благотворно сказалось и на увеличении живой массы бычков русской комолой породы по сравнению с аналогами калмыцкой породы.

Более высокий уровень положительной корреляционной зависимости живой массы от гематологических показателей отмечен в группе бычков русской комолой породы.

Таким образом, увеличение уровня гематологических показателей у физиологических здоровых животных сопровождается увеличением живой массы.

Благодарность: Представленные в статье результаты получены в рамках выполнения гранта РНФ № 22-16-00041, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: The results presented in the article were obtained in the framework of the implementation of the grant of the Russian Science Foundation no. 22-16-00041, VRIMMP.

Список источников

- 1. Вовченко Е.В., Приступа В.Н., Колосов А.Ю., Дороженко С.А. Формирование мясной продуктивности у молодняка калмыцкой породы разных линий // Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых производств», п. Персиановский, 7-8 февраля 2019 г. п. Персиановский: Донской ГАУ, 2019. С. 160-163.
- 2. Габидулин В.М., Белоусов А.М. Молочность коров русской комолой породы с длительным сроком использования // Вестник Курганской ГСХА. 2013. № 3. С. 36-38.
- 3. Еременко В.И., Сейн О.Б. Метаболический статус, неспецифическая резистентность и их коррекция у крупного рогатого скота. Курск: Деловая печать, 2011. 194 р.
- 4. Каюмов Ф.Г., Шевхужев А.Ф. Состояние и пути повышения эффективности селекционно-племенной работы в мясном скотоводстве России // Генетика и разведение животных. 2016. № 4. С. 67-71.
- 5. Каюмов Ф.Г., Шевхужев А.Ф. Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в России // Зоотехния. 2016. № 11. С. 2-6.
- 6. Насамбаев Е.Г., Базымов К.К., Ахметалиева А.Б., Нугманова А.Е., Жумаева А.К., Дуимбаев Д.А. Клинико-физиологические и воспроизводительные особенности скота герефордской, абердин-ангусской пород зарубежной селекции и отечественной казахской белоголовой породы // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101, № 4. С. 64-70.
- 7. Половинко М.Ю., Каюмов А.Г., Кущ Е.Д., Легошин Г.П., Половинко М.Ю. Совершенствование животных калмыцкой породы на основе высокопродуктивных внутрипородных типов // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 6. С. 11-14.
- 8. Приступа В.Н., Кротова О.Е., Савенков К.С. Мясная продуктивность скота калмыц-кой породы различных линий // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. Т. 60. С. 88-93. https://doi.org/10.24411/2078-1318-2020-13088.
- 9. Чинаров В.И. Породные ресурсы скотоводства России // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 7. С. 80-85. https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10714.
- 10. Шевелева О.М., Бахарев А.А., Криницина Т.П. Характеристика крупного рогатого скота французских мясных пород по племенным и продуктивным качествам // Аграрный вестник Урала. 2012. № 8 (100). С. 37-40.

- 11. Klobasa F, Butler JE. Absolute and relative concentrations of immunoglobulins G, M, and A, and albumin in the lacteal secretion of sows of different lactation numbers // American journal of veterinary research. 1987. Vol. 48, no. 2. P. 176-182.
- 12. Manchini G, Carbonara AO, Heremans IP. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion // Immunochemistry. 1965. Vol. 2, no. 3. P. 235-254. https://doi.org/10.1016/0019-2791(65)90004-2.

References

- 1. Vovchenko EV, Pristupa VN, Kolosov AYu, Doroshenko SA. Formation of meat productivity at young Kalmyk breed different lines. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Innovacii v proizvodstve produktov pitaniya: ot selekcii zhivotnyh do tekhnologii pishchevyh proizvodstv», p. Persianovskij, 7-8 fevralya 2019* [Proceedings of the international scientific and practical conference "Innovations in food production: from animal breeding to food production technology", Persianovsky, February 7-8, 2019]. Persianovsky: Don SAU Publ.; 2019:160-163. (In Russ.).
- 2. Gabidulin VM, Belousov AM. Milk production of Russian polled cows with long period of exploiting. *Vestnik Kurganskoj GSKHA = Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2013;(3):36-38. (In Russ.).
- 3. Eremenko VI, Sein OB. Metabolic status, nonspecific resistance and their correction in cattle. Kursk: Business printing Publ.; 2011. 194 p. (In Russ.).
- 4. Kajumov FG, Shevhuzhev AF. Condition and ways of increase of efficiency of breeding work in meat cattle breeding Russia. *Genetika i razvedenie zhivotnyh = Genetics and breeding of animals*. 2016;(4):67-71. (In Russ.).
- 5. Kaumov FG, Shevkhuzhev AF. The current state and perspective of beef cattle breeding development in the Russia. *Zootekhniya* = *Zootechniya*. 2016;(11):2-6. (In Russ.).
- 6. Nasambaev EG, Bazymov KK, Akhmetalieva AB, Nugmanova AE, Zhumaeva AK, Duimbaev DA. Clinical, physiological and reproductive peculiarities of Hereford and Angus cattle of foreign selection and Kazakh white-headed breed of Russian selection. *ZHivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandary and Fodder Production*. 2018;101(4):64-70. (In Russ.).
- 7. Polovinko MYu, Kayumov FG, Kush ED, Legoshin GP, Polovinko MU. Improvement of animal of Kalmyk breed on the base of high-productive intr-breed types. *Molochnoe i my-asnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming*. 2016;(6):11-14. (In Russ).
- 8. Pristupa VN, Krotova OE, Savenkov KS. Meat productivity of Kalmyk breed cattle of various lines. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg state agrarian university*. 2020;(60):88-93. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/2078-1318-2020-13088.
- 9. Chinarov VI. Resources of Russian cattle breeding. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC.* 2020;34(7):80-85. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10714.
- 10. Sheveleva OM, Bakharev AA, Krinitsina TP. Description of cattle of French beef breeds for breeding and productive qualities. *Agrarnyj vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2012;100(8):37-40. (In Russ.).
- 11. Klobasa F, Butler JE. Absolute and relative concentrations of immunoglobulins G, M, and A, and albumin in the lacteal secretion of sows of different lactation numbers. *American journal of veterinary research*. 1987;48(2):176-182.

12. Manchini G, Carbonara AO, Heremans IP. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. *Immunochemistry*. 1965;3(2):235-254. https://doi.org/10.1016/0019-2791(65)90004-2.

Вклад авторов: Иван Ф. Горлов провел критический пересмотр статьи на предмет важного интеллектуального содержания, одобрил окончательную версию статьи перед ее подачей для публикации; Дмитрий В. Николаев провел обработку и анализ полученных данных, свел их в таблицы, написал первую версию статьи; Светлана А. Суркова сформулировала результаты исследования и заключительные выводы; Дарья А. Мосолова проводила комплекс лабораторных исследований. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: Ivan F. Gorlov conducted a critical review of the article for significant intellectual content, approved of the final version of the article before its submission for publication; Dmitriy V. Nikolaev processed and analysed the data obtained and was responsible for their tabular presentation, wrote the first version of the article; Svetlana A. Surkova formulated research results and final conclusions; Daria A. Mosolova carried out a complex of laboratory studies. All authors participated equally in writing the manuscript and are responsible for plagiarism and self-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;

Суркова Светлана Анатольевна — ¹старший научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; ²магистрант, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова; 358009, Россия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: sv.a.surkova@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6581-2702;

Мосолова Дарья Александровна — магистрант, Университет «IAE Gustave Eiffel School of Management»; 94010, Франция, Кретей Седекс, Площадь Порт-де-Шан; e-mail: daria.mosolova8@gmail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5579-6726.

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;

Svetlana A. Surkova – ¹Senior Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; ²Master's Student, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building No. 4, KSU complex, building 3, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: sv.a.surkova@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6581-2702;

Daria A. Mosolova — Master's Student, UPEC — University «IAE Gustave Eiffel School of Management»; Place de la Porte des Champs, 94010, Créteil cedex, France; e-mail: daria.mosolova8@gmail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5579-6726.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 30.06.2022; одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 01.09.2022; принята к публикации / accepted for publication: 05.09.2022

XPAHEHUE И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / STORAGE AND PROCESSING OF FARM PRODUCTS

Обзорная статья / *Review article* УДК 613.292/637

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-39-48

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В СОЗДАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

NEW APPROACHES OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTION WITH USING NON-TRADITIONAL REGIONAL RESOURCES AND TECHNOLOGIES

¹Елена Ю. Анисимова, кандидат биологических наук
^{1,2}Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН
²Анастасия Г. Золотарева, старший преподаватель

¹Elena Yu. Anisimova, PhD (Biology)

^{1, 2}Marina I. Slozhenkina, Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS

²Anastasia G. Zolotareva, Senior Lecturer

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», Волгоград ²Волгоградский государственный технический университет

¹Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia ²Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

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

Для цитирования: Анисимова Е.Ю., Сложенкина М.И., Золотарева А.Г. Новые подходы в создании функциональных продуктов питания на основе использования нетрадиционных региональных ресурсов и технологий // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 39-48. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-39-48.

Principal Contact: Elena Yu. Anisimova, PhD (Biology), Leading Researcher of the Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;

e-mail: elanis1009@mail.ru; tel.: +79692936573; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7508-3897.

For citation: Anisimova E.Yu., Slozhenkina M.I., Zolotareva A.G. New approaches of functional food production with using non-traditional regional resources and technologies. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;19(3):39-48. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-39-48.

Резюме

Цель. Разработка научно обоснованной концепции формирования адаптивного подхода к производству новых видов социально значимых мясных и молочных продуктов на основе глубокой переработки регионального животноводческого сырья, инновационных способов повышения сроков хранения продукции, удешевления технологии производства, повышения

потребительских свойств продуктов, в том числе специализированного и функционального назначения.

Материалы и методы. Работа основана на конвергенции экспериментов *in vitro*, *in vivo*, *in silico*. Все исследования проводились на передовом оборудовании с использованием современных методов хроматографии, масс-спектрометрии, вольтамперометрии, физико-химических и биотехнологических методов.

Обсуждение. Минорные компоненты животноводческого сырья могут быть эффективными при лечении и профилактике ряда заболеваний. Пептиды с низкой молекулярной массой, полученные из бычьего лактоферрина, оказывают более сильное биологическое действие в отношении поверхностных дефектов слизистой оболочки желудка, чем нативный бычий лактоферрин в той же концентрации. Представляет важное социальное и практическое значение использование препаратов выделенного из молочного сырья ангиогенина, или сывороточных концентратов, обогащенных ангиогенином. Комплекс протеиноидов, полученных в результате глубокой переработки коллагенсодержащих сырьевых ресурсов, включая отходы обработки кожного покрова животных, может широко использоваться в рецептуре различных продуктов питания: студней, колбас, мясных рубленых полуфабрикатов и т.п. Повышение сохранности качественных показателей мяса при хранении в охлажденном состоянии, возможно в случае предварительной его обработки различными антисептическими растворами (например, омагниченным и электроактивированным раствором – католитом; концентратом минеральных солей, полученным после электродиализа молочной сыворотки на установке типа «MEGA» с катионитовыми и анионитовыми мембранами). Мясо, обработанное указанными растворами, более сочное в сравнении с контролем. Эмульгирующая способность его в среднем на 10% выше, что имеет большое значение в колбасном производстве. Разработанные способы позволяют исключить применение сторонних химических реагентов, повысить физико-химические показатели качества мяса и предотвратить его микробную обсемененность. С целью производства пищевой продукции с заданными характеристиками качества предлагается использовать в составе рецептур нетрадиционное растительное сырье, обладающее региональной и ценовой доступностью. В результате выполненных исследований созданы обогащенные мясные и молочные продукты нового поколения с установленным физиологическим действием. Разработанные рецептуры позволяют обогатить продукты природными биоактивными комплексами макро- и микронутриентов, получаемых из регионального растительного сырья, вторичного сырья пищевых производств, улучшить органолептику готового продукта, снизить его аллергенность, продлить сроки хранения, удешевить технологию производства, повысив доступность социально значимой продукции, в том числе специального назначения, для всех слоев населения, а также потребительскую привлекательность за счет функциональных свойств (различные виды йогуртов, творожные и сырные продукты, варено-копченые колбасы, студни, мясные рубленые полуфабрикаты).

Заключение. В результате выполненных исследований разработаны инновационные технологии эффективной переработки животноводческого сырья и создания новых видов социально значимых мясных и молочных продуктов за счет использования нетрадиционных региональных источников биологически активных компонентов.

Ключевые слова: продукция животноводства, глубокая переработка, технология производства, рецептура, региональное сырье, нутриенты, структурно-механические свойства, органолептические показатели, функциональные продукты питания

Abstract

Purpose. Development of a scientifically based concept for the formation of an adaptive approach to the meat and dairy socially significant production based on deep processing of regional livestock

raw materials, innovative ways to increase the shelf life of products, reduce the cost of technologies, increase consumer properties of products, incl. specialized and functional, are presented.

Materials and Methods. The work is based on the convergence of experiments in vitro, in vivo, in silico. All studies were carried out on advanced equipment using modern methods of chromatography, mass spectrometry, voltammetry, physicochemical and biotechnological methods.

Discussion. Minor components of animal raw materials can be effective in the treatment and prevention of lot diseases. Peptides with low molecular weight obtained from bovine lactoferrin have a more significant effect on gastric mucosa protection than native bovine lactoferrin in the same concentration. Using of angiogenin isolated from dairy raw materials, or serum concentrates enriched with angiogenin have a great social and practical importance. A complex of proteinoids obtained from collagen-containing raw materials, including animal skin processing waste, as a result of deep processing, can be widely used in the compounds of various food products: jellies, sausages, chopped meat semi-finished products, etc. Improving the safety of meat quality indicators when stored in a chilled state is possible using the case of its preliminary treatment of following antiseptic solutions: magnetized and electroactivated solution - catholyte; concentrate of mineral salts obtained after electrodialysis of whey. Meat treated with these solutions is more juicy compared with control. Its emulsifying ability is more high (on average 10%), which is important in sausage production. It make possible to exclude the using of third-party chemical reagents, and to increase the physical and chemical indices of meat quality and prevent its microbial contamination. In order to produce food products with the specified quality characteristics, it is proposed to use nontraditional vegetable raw materials with regional and price availability as part of the compositions. As a result of the performed research, enriched meat and dairy products of a new generation with established physiological effects were created. The developed formulations aimed to enrich food with natural bioactive complexes of macro- and micronutrients obtained from regional plant raw materials, secondary raw materials from food manufacturers, as well as to improve the organoleptics of the finished product, reduce its allergenicity, extend shelf life, reduce the cost of technologies, increasing the availability of socially significant products, including special-purpose products, for all segments of the population, consumer attractiveness due to functional properties (various types of yoghurts, cheese and cheese products, boiled and smoked sausages, jellies, chopped meat semi-finished products).

Conclusion. As a result of the research, innovative technologies have been developed for the effective processing of livestock raw materials and the creation of new types of socially significant meat and dairy products through the use of non-traditional regional sources of biologically active components.

Keywords: livestock products, deep processing, production technology, formulation, raw materials, nutrients, structural and mechanical properties, organoleptic indices, functional food

Введение. Согласно Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ № 1364-р от 29.06.2016 г., проведение фундаментальных, поисковых и проблемно-ориентированных прикладных научных исследований в области питания населения, направленных на разработку инновационных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для получения новых видов специализированной, функциональной и обогащенной пищевой продукции, имеет приоритетное значение для нашей страны. Кроме того, особую актуальность данная тематика имеет в части достижения целевых индикаторов Доктрины продовольственной безопасности.

Целью исследований являлась разработка научно обоснованной концепции формирования адаптивного подхода к производству новых видов социально значимых мясных и молочных продуктов на основе глубокой переработки регионального животноводческого сырья, инновационных способов повышения сроков хранения продукции, удешевления технологии производства, повышения потребительских свойств продуктов, в том числе специализированного и функционального назначения.

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые на основе использования инновационных технологических подходов к переработке и хранению регионального животноводческого сырья, внедрения прогрессивных принципов пищевой комбинаторики при моделировании рецептур мясных и молочных продуктов, создана социально значимая пищевая продукция нового поколения, обогащенная биоактивными комплексами природного происхождения.

Материалы и методы. Методологической основой выполненных исследований послужили принципы пищевой комбинаторики и предшествующее эксперименту компьютерное моделирование разрабатываемых рецептур с целью анализа органолептической сочетаемости вносимых наполнителей и прогнозирования потребительских свойств готового продукта. Все составные компоненты рецептур и выработанные мясные и молочные продукты проходили соответствующие требованиям нормативно-технической документации испытания по показателям качества и безопасности (реологические характеристики, биохимический состав, содержание биогенных элементов, микробиологический анализ) на передовом оборудовании с использованием современных методов хроматографии, масс-спектрометрии, вольтамперометрии. Обработка сырья с целью выделения минорных биологически активных веществ, повышения степени нутриентной биодоступности, устранения антипитательных веществ и т.п. включала в себя как традиционные, так и усовершенствованные физико-химические и биотехнологические методы (экструдирование, электрохимическая активация растворов, электродиализ, щелочной и ферментный многостадийный гидролиз, электрофорез). Функциональные свойства продуктов изучали на лабораторных животных – крысах линии Wistar. Таким образом, научная работа была основана на конвергенции экспериментов in vitro, in vivo, in silico. Сочетание методов, используемых в различных областях знаний, позволило повысить эффективность исследований и обеспечить объективность полученных результатов.

Результаты и обсуждение. Разработан и запатентован способ продления срока хранения мяса в охлажденном состоянии (Осадченко И.М. и др., 2013). Предложенная предварительная обработка мяса комплексным средством — омагниченным и электроактивированным раствором хлорида натрия и глицина — позволяет повысить сохранность белка после 14 суток хранения. Так, содержание белка в опытном варианте было выше, чем в контроле, на 1,53% (Р≤0,01). Содержание аминоаммиачного азота в опытном варианте было меньше, чем в контроле, на 23% (Р≤0,05). Увариваемость мяса при этом была выше в контроле в сравнении с опытным вариантом на 2,0 % (Р≤0,05). Изучена эффективность обработки мяса электроактивированным раствором концентрата минеральных солей — отхода переработки молочной сыворотки, полученного методом электродиализа (разработанный способ запатентован). Мясо в опытном варианте имело более высокие показатели качества: содержание белка было больше, чем в контрольном варианте, на 3,13% (Р≤0,001), влаги — меньше на 2,50% (Р≤0,001), аминоаммиачного азота — меньше на 1,41% (Р≤0,01), увариваемость — ниже на 1,41% (Р≤0,01); общее микробное число — меньше, чем в контроле, в 3,5 раза (Осадченко И.М. и др., 2014).

Научно обоснована целесообразность использования зерно-бобового комплекса на основе экструдированных нута и пшеницы (смесь лучших сортов, выращиваемых в Волгоградской области) в технологии колбасных изделий повышенной биологической ценности (Дани-

лов Ю.Д. и др., 2018; Danilov YD et al., 2019). Определена оптимальная доза внесения растительной добавки, разработана рецептура продукта, рассчитана экономическая эффективность производства, способ запатентован. Готовый продукт обладает более сбалансированным аминокислотным составом, повышенным содержанием пищевых волокон, полноценного белка, биодоступного йода и селена. В опытных образцах наблюдалось повышение пластичности и предельного напряжения сдвига, что приводило к получению фарша с более вязкой и плотной консистенцией. При наполнении оболочек таким фаршем снижается вероятность получения пустот в колбасных батонах, увеличивается плотность набивки.

Совместно с учеными Российского биотехнологического университета (ранее ФГБОУ ВО МГУПП) научно обоснована целесообразность использования вторичных ресурсов коллагенсодержащего сырья для разработки полифункционального биополимерного модуля (Gorlov IF et al., 2018). Способность полученного модуля к образованию высокоплотной дисперсной фазы с пищевыми веществами, специями и другими ингредиентами, наряду с комплексом его физико-химических параметров, обусловливает его высокий функциональный потенциал при использовании в производстве студней, колбас, мясных рубленых полуфабрикатов и т.п.

Изучена биологическая активность некоторых отдельных компонентов, выделенных их животноводческого сырья (лактоферрин и ангиогенин коровьего молока, коллаген свиных шкур). Так, установлено, что пептиды, выделенные из бычьего лактоферрина и наиболее активные в отношении стимулирования бифидогенных свойств полезных микроорганизмов, оказались более эффективными в защите желудочно-кишечного тракта от изъязвления слизистой оболочки желудка и дисбактериоза (рисунок 1).

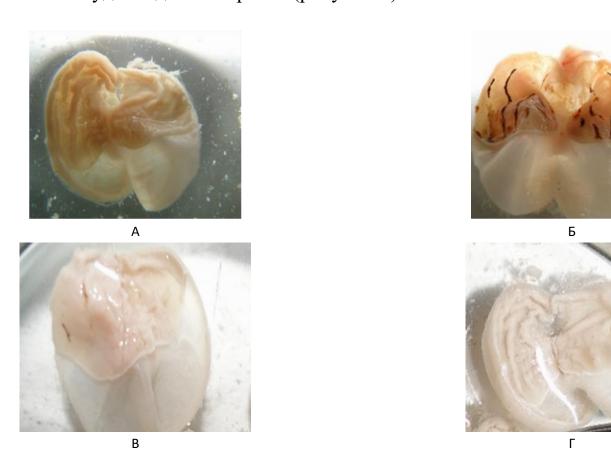
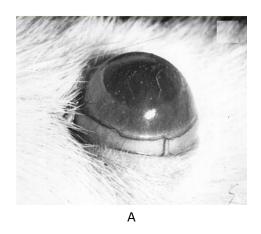


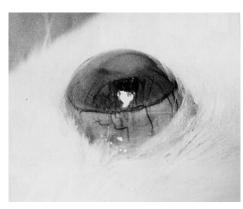
Рисунок 1. Слизистая желудка крыс: (А) норма; (Б) спустя 60 мин после введения индуцирующей язвенные повреждения смеси; (В) за 30 мин до индуцирования смесью вводили лактоферрин; (Г) за 30 мин до индуцирования смесью вводили гидролизаты лактоферрина (протеолиз 24 ч)

Figure 1. Rat gastric mucosa: (A) normal; (B) 60 minutes after administration of the ulcerative lesion-inducing mixture; (B) lactoferrin was administered 30 minutes prior to mixture induction; (D) lactoferrin hydrolysates were introduced 30 min before induction with the mixture (proteolysis 24 h)

Минимальная доза (1 мг на 1 кг массы тела животного), при которой язвенная эрозия слизистой оболочки в результате введения смеси не была диагностирована, составляла 300 мг для лактоферрина коровьего молока, 100 мг – для гидролизатов, полученных в течение 4 часов протеолиза, и 10 мг – в течение 24 часов протеолиза (Titov EI et al., 2016).

Выявлена антиоксидантная активность катионной фракции сывороточных белков, обогащенной ангиогенином, что расширяет перспективы его использования в качестве защитного фактора, а также подтверждена высокая ангиогенная способность данного полипептида (Titov EI et al., 2016). Фотографии теста на идентификацию ангиогенеза четко показывают рост кровеносных сосудов у экспериментальных животных по сравнению с таковыми в контрольной группе, что подтверждает ангиогенную активность ангиогенина, полученного из коровьего молока (рисунок 2).





Б

Рисунок 2. Тест на ангиогенез методом «микрокармана на роговице глаза крысы»:

А – контроль (без ангиогенина); Б – опыт (350 нг ангиогенина)

Figure 2. Test for angiogenesis using the "micropocket on the cornea of the rat eye" method: A - control (without angiogenin); B - experience (350 ng of angiogenin)

Концентрация продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в крови крыс опытной группы была на 20% (P \le 0,05) ниже, чем у животных из контрольной группы, что подтверждает антиоксидантную активность ангиогенина.

Совместно с учеными НИИ детского питания (ФГБУН «ФИЦ Питания и биотехнологии») дано научное обоснование технологии производства нового кисломолочного напитка для детского питания, предусматривающей введение в рецептуру гидролизованных сывороточных белков (Антипова Т.А. и др., 2014). Разработаны технологии производства обогащённых физиологически активными ингредиентами и пищевыми добавками творожного зефира и творожного продукта для спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни (Горлов И.Ф. и др., 2015; Крючкова В.В. и др., 2016). Разработана рецептура мягкого сырного продукта с нутовым наполнителем (региональная селекция), обогащенным биодоступным йодом, что позволило повысить содержание белка в опытных образцах в среднем на 5,3% $(P \le 0.001)$. При этом содержание йода в 100 г готового продукта составило в среднем 74,9 мкг (Р≤0,01), что соответствует 49,9% физиологической потребности человека (в сутки) (Карпенко Е.В. и др., 2017). Дано научно-практическое обоснование эффективности использования муки из зерна нута, муки из экструдированного зерна нута, муки из экструдированного проросшего зерна нута, обогащенного биодоступным йодом (способ обогащения семян биодоступными формами йода и селена запатентован) в качестве растительного компонента в рецептуре мягких сыров. Введение нутового компонента в рецептуру мягкого сыра позволяет также снизить себестоимость за счет частичной замены животного белка растительным; повысить выход готового продукта; при использовании муки из зерна нута, обогащенного биодоступным йодом, получить продукт функционального действия при йододефицитных состояниях; дополнительная обработка зерна экструдированием позволяет улучшить органолептические показатели продукта (устранить специфический, характерный бобовым культурам аромат). Запатентован резервуарный способ получения йогурта, обогащенного биодоступной формой йода. Изучены функционально-технологические особенности и биотехнологические процессы формирования реологических характеристик кисломолочных продуктов при внесении в рецептурную смесь йодсодержащего растительного наполнителя, а также других нетрадиционных природных источников биологически активных веществ (Злобина Е.Ю. и др., 2018; Сложенкина М.И. и др., 2018).

Совместно с учеными Волгоградского государственного технического университета (ФГБОУ ВО ВолгГТУ) научно обоснована и разработана технология производства синбиотического йогурта с новым биоактивным наполнителем на основе природных региональных источников растительного происхождения (Gorlov IF et al., 2019). Йогурт обладает пребиотическими и сорбционными свойствами. Обоснована более высокая потребительская привлекательность разработанного продукта, представлены его характеристики по сравнению с йогуртом традиционной технологии производства. Разработанная рецептура позволяет повысить пищевую и биологическую ценность готового продукта, улучшить органолептические, физико-химические и микробиологические показатели.

Заключение. В результате выполненных исследований разработаны инновационные технологии эффективной переработки животноводческого сырья и создания новых видов социально значимых мясных и молочных продуктов за счет использования нетрадиционных региональных источников биологически активных компонентов. Выполненные исследования соответствуют современным тенденциям государственной политики России в области здорового питания.

Список источников

- 1. Антипова Т.А., Фелик С.В., Злобина Е.Ю. Применение гидролизованной молочной сыворотки в производстве гипоаллергенных кисломолочных напитков для детского питания // Орошаемое земледелие. 2014. № 4. С. 19-20.
- 2. Горлов И.Ф., Лощинина А.А., Серова О.П., Злобина Е.Ю. Функциональный творожный десерт для спортсменов // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № S3. C. 25.
- 3. Данилов Ю.Д., Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Злобина Е.Ю., Сложенкина А.А., Мосолова Д.А. Изучение возможности использования экструдированных нута и пшеницы в технологии колбасных изделий повышенной биологической ценности // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2 (50). С. 257-270.
- 4. Злобина Е.Ю., Сложенкина А.А., Серова О.П., Шибаева М.И. Разработка рецептуры и изучение потребительских свойств йогурта с использованием нетрадиционного растительного сырья // Пищевая промышленность. 2018. № 9. С. 61-66.
- 5. Карпенко Е.В., Злобина Е.Ю., Стародубова Ю.В., Гришин В.С. Разработка рецептуры мягкого сырного продукта с йодированным белково-растительным компонентом // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (54). С. 132-143. https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2017.3.132.
- 6. Разработка технологии обогащенного творожного продукта для потребителей с повышенной физической нагрузкой / В.В. Крючкова, С.Н. Белик, Н.И. Мосолова,

- В.Э. Никитчук [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 1 (41). С. 254-262.
- 7. Способ хранения мяса животных в охлажденном состоянии / Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Злобина Е.Ю., Пилипенко Д.Н. [и др.] // Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели», RU 2487546, 2013. № 20. С. 17.
- 8. Способ хранения мяса животных в охлажденном состоянии / Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Евдокимов И.А. [и др.] // Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели», RU 2512362, 2014. № 10.
- 9. Совершенствование структурных характеристик кисломолочных продуктов / М.И. Сложенкина, Н.И. Мосолова, Р.С. Омаров [и др.] // Молочная промышленность. 2018. № 8. С. 31-32. https://doi.org/10.31515/1019-8946-2018-8-31-32.
- 10. Danilov YD, Gorlov IF, Slozhenkina MI and Zlobina EY. Extruded chickpea and wheat in technology of sausage products of enhanced biological value // Progress in Nutrition. 2019. Vol. 21, no. 3. P. 610-619. https://doi.org/10.23751/pn.v21i3.7331.
- 11. Gorlov IF, Titov EI, Semenov GV, Slozhenkina MI, Sokolov AYu, Omarov RS, Goncharov AI, Zlobina EYu, Litvinova EV and Karpenko EV. Collagen from porcine skin: a method of extraction and structural properties // International Journal of Food Properties. 2018. Vol. 21, no. 1. P. 1031-1042. https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1466324.
- 12. Gorlov IF, Shishova VV, Slozhenkina MI, Serova OP, Mosolova NI and Zlobina EYu. Synbiotic yoghurt with walnut and cereal brittle added as a next-generation bioactive compound: Development and characteristics // Food Sci Nutr. 2019. № 7. P. 2731-2739. https://doi.org/10.1002/fsn3.1135.
- 13. Titov EI, Tikhomirova NA, Ionova II, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolova NI and Zlobina EY. Growth stimulating effect of bovine milk lactoferrin on dermal cells and probiotic bacteria // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2016. Vol. 28, no. 8. P. 540-546. https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-06-447.
- 14. Titov EI, Tikhomirova NA, Ionova II, Gorlov IF, Mosolova NI, Korotkova AA and Zlobina EYu. Influence of zootechnical and technological factors on angiogenin content in raw milk and secondary milk raw material // International Food Research Journal. 2016. Vol. 23, no. 6. P. 2465-2471.

References

- 1. Antipova TA, Felik SV, Zlobina EYu. The use of hydrolyzed whey in the production of hypoallergenic fermented milk drinks for baby food. *Oroshaemoe zemledelie = Irrigated Agriculture*. 2014;(4):19-20. (In Russ.).
- 2. Gorlov IF, Loshchinina AA, Serova OP, Zlobina EYu. Functional curd dessert for athletes. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*. 2015;84(S3):25. (In Russ.).
- 3. Danilov YuD, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Zlobina EYu, Slozhenkina AA, Mosolova DA. Studying the opportunity of extruded nute and wheat use in sausage products technology of increased biological values. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa:* nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2018;50(2):257-270. (In Russ.).
- 4. Zlobina EYu, Slozhenkina AA, Serova OP, Shibaeva MI. Formulation and study of consumer properties of yogurt using non-traditional plant raw materials. *Pishchevaya promyshlennost'* = *Food industry*. 2018;(9):61-66. (In Russ.).

- 5. Karpenko EV, Zlobina EYu, Starodubova YuV, Grishin VS. Razrabotka receptury myagkogo syrnogo produkta s jodirovannym belkovo-rastitel'nym komponentom. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2017;54(3):132-143. (In Russ.). https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2017.3.132.
- 6. Development of enriched curd-based product technology for consumers with increased physical activity / VV Kryuchkova, SN Belik, NI Mosolova, VE Nikitchuk [et al.]. *Izvesti-ya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2016;41(1):254-262. (In Russ.).
- 7. Cold storage method for animal meat / IM Osadchenko, IF Gorlov, EYu Zlobina, DN Pilipenko [et al.]. *Patent RU* 2487546. 2013;(20):17. (In Russ.).
- 8. Cold storage method for animal meat / IM Osadchenko, IF Gorlov, IA Evdokimov [et al.]. *Patent RU* 2512362. 2014;(10). (In Russ.).
- 9. Improvement of the structural characteristics of fermented milk products / MI Slozhenkina, NI Mosolova, RS Omarov [et al.]. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2018;(8):31-32. (In Russ.). https://doi.org/10.31515/1019-8946-2018-8-31-32.
- 10. Danilov YD, Gorlov IF, Slozhenkina MI and Zlobina EY. Extruded chickpea and wheat in technology of sausage products of enhanced biological value. *Progress in Nutrition*. 2019;21(3):610-619. https://doi.org/10.23751/pn.v21i3.7331.
- 11. Gorlov IF, Titov EI, Semenov GV, Slozhenkina MI, Sokolov AYu, Omarov RS, Goncharov AI, Zlobina EYu, Litvinova EV and Karpenko EV. Collagen from porcine skin: a method of extraction and structural properties. *International Journal of Food Properties*. 2018;21(1):1031-1042. https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1466324.
- 12. Gorlov IF, Shishova VV, Slozhenkina MI, Serova OP, Mosolova NI and Zlobina EYu. Synbiotic yoghurt with walnut and cereal brittle added as a next-generation bioactive compound: Development and characteristics. *Food Sci Nutr.* 2019;(7):2731-2739. https://doi.org/10.1002/fsn3.1135.
- 13. Titov EI, Tikhomirova NA, Ionova II, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolova NI and Zlobina EY, 2016(a). Growth stimulating effect of bovine milk lactoferrin on dermal cells and probiotic bacteria. Emirates Journal of Food and Agriculture, 28(8): 540-546. https://doi.org/10.9755/ejfa.2015-06-447.
- 14. Titov EI, Tikhomirova NA, Ionova II, Gorlov IF, Mosolova NI, Korotkova AA and Zlobina EYu. Influence of zootechnical and technological factors on angiogenin content in raw milk and secondary milk raw material. *International Food Research Journal*. 2016;23(6):2465-2471.

Вклад авторов: Елена Ю. Анисимова, Марина И. Сложенкина и Анастасия Г. Золотарева рассмотрели возможность использования нетрадиционных региональных источников биологически активных компонентов при разработке инновационных технологий эффективной переработки животноводческого сырья и создания новых видов мясных и молочных продуктов.

Contribution of the authors: Elena Yu. Anisimova, Marina I. Slozhenkina and Anastasia G. Zolotareva considered the possibility of using non-traditional regional sources of biologically active components in the development of innovative technologies for the efficient processing of livestock raw materials and the creation of new types of meat and dairy products.

Конфликт интересов. Автор заявляет, что никакого конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи не существует.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Сложенкина Марина Ивановна — ¹директор, 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; ²профессор кафедры технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет; 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28; e-mail: tpp@vstu.ru;тел.: 8 (8442) 24-84-36; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9542-5893;

Золотарева Анастасия Геннадьевна — заведующая лабораторией кафедры технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет; 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28; e-mail: genzol5@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3503-0811.

Information about the authors (excluding the contact person):

Marina I. Slozhenkina – ¹Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meatand-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ²Professor, Department of Food Production Technologies, Volgograd State Technical University; 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation;

e-mail: tpp@vstu.ru; tel.: +7 (8442) 24-84-36; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9542-5893;

Anastasia G. Zolotareva – Head of the Laboratory of the Department of Food Production Technologies, Volgograd State Technical University; 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation; e-mail: genzol5@mail.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3503-0811.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 29.11.2022; одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 22.12.2022; принята к публикации / accepted for publication: 23.12.2022

Научная статья / Original article УДК 637.344:664.641.4 DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-49-59

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ МОЛОЧНО-БЕЛКОВОГО БИОПРОДУКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНОГО БИООРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF MILK-PROTEIN BIO-PRODUCTS USING ALTERNATIVE BIOORGANIC RAW MATERIALS

Алина А. Короткова, кандидат биологических наук, доцент Екатерина А. Сергеенко, студент Валентина Н. Храмова, доктор биологических наук, профессор

> Alina A. Korotkova, PhD (Biology), Associate Professor Ekaterina A. Sergeenko, Student Valentina N. Khramova, Dr. Sci. (Biology), Professor

Волгоградский государственный технический университет

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Контактное лицо: Короткова Алина Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет; 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28;

e-mail: alina.cor@yandex.ru; тел.: 8 (8442) 24-84-47; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0705-5501.

Для цитирования: Короткова А.А., Сергеенко Е.А., Храмова В.Н. Биотехнологические аспекты разработки молочно-белкового биопродукта с использованием альтернативного биоорганического сырья // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 49-59. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-49-59.

Principal Contact: Alina A. Korotkova, PhD (Biology), Associate Professor of the Food Production Technologies Department, Volgograd State Technical University; 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation; e-mail: alina.cor@yandex.ru; tel.: +7 (8442) 24-84-47; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0705-5501.

For citation: Korotkova A.A., Sergeenko E.A., Khramova V.N. Biotechnological aspects of the development of milk-protein bio-products using alternative bioorganic raw materials. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;19(3):49-59. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-49-59.

Резюме

Цель. Изучение эффективности использования альтернативного высокобелкового биоорганического сырья в аспекте формирования белкового состава биопродукта на творожной основе.

Материалы и методы. Определение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей проводилось с применением общепринятых стандартных методов и методик: титруемую кислотность – титриметрически в соответствии с ГОСТ 3624-92, массовую долю жира – кислотным методом в соответствии с ГОСТ 5867-90, белка – методом Къельдаля в соответствии с ГОСТ P 53951-2010), влаги – термогравиметрически в соответствии с ГОСТ 3626-73. Количество жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов определяли

по ГОСТ 33951-2016 посевом и культивированием на питательных средах с визуальным подсчетом выросших колоний.

Результаты. Научно обоснованы результаты исследования эффективности использования альтернативного высокобелкового биоорганического сырья в аспекте формирования белкового состава биопродукта на творожной основе. Приведены органолептические и физикохимические показатели, подтверждающие высокие потребительские свойства продукта. Установлено благоприятное влияние растительного сырья на формирование оригинальных потребительских свойств биопродукта.

Заключение. Разработан новый молочно-белковый биопродукт, вырабатываемый по традиционной технологии творога методом кислотно-сычужной коагуляции с последующим смешиванием творожно-казеиновой основы продукта с ацидофилином пробиотического действия, сывороточной альбуминной белковой массой, предварительно выделенной посредством ультрафильтрации возвратной творожной сыворотки, и суспензией зеленой пресноводной водоросли хлореллы в качестве биоорганического источника белка, йода и цинка.

Ключевые слова: хлорелла, растительный белок, суспензия, альбумин, ультрафильтрат сыворотки

Abstract

Purpose. To study the efficiency of using alternative high-protein bioorganic raw materials in the aspect of forming the protein composition of a curd-based bioproduct.

Materials and Methods. Determination of organoleptic, physical and chemical and microbiological parameters was carried out using generally accepted standard methods and techniques: titratable acidity – titrimetrically according to GOST 3624-92, fat mass fraction – acid method according to GOST 5867-90, protein – Kjeldahl method according to GOST R 53951-2010, moisture – thermogravimetrically according to GOST 3626-73. The number of viable lactic acid microorganisms was determined according to GOST 33951-2016 by sowing and culturing on nutrient media with visual counting of grown colonies.

Results. Scientifically substantiated the results of the study of the effectiveness of alternative high-protein bioorganic raw materials in the aspect of formation of protein composition of curd-based bioproduct. Organoleptic and physico-chemical parameters confirming high consumer properties of the product have been presented. A favorable influence of vegetable raw materials on the formation of the original consumer properties of the bioproducthas been established.

Conclusion. A new milk-protein bioproducthas been developed, produced according to the traditional technology of curd by the method of acid-cheese coagulation followed by mixing the curd-casein base of the product with probiotic acidophilus, albumin whey protein mass preliminary isolated by ultrafiltration of return curd whey, and a suspension of green freshwater algae chlorella as a bioorganic source of protein, iodine and zink.

Keywords: chlorella, plant protein, suspension, albumin, whey ultrafiltrate

Введение. В настоящее время в связи со сложной политической ситуацией в мировом сообществе и обусловленным этим непростым положением в экономической сфере актуальными и востребованными в агропромышленном секторе становятся импортозамещающие технологии, позволяющие благодаря внедрению инновационных методов обеспечить не только его стабильность, но и экономический рост (Голубева Л.В. и др., 2015; Гиноян Р.В. и др., 2018; Грунская В.А. и др., 2019). В Волгоградской области молочное скотоводство и мо-

локоперерабатывающая промышленность являются важнейшими подсистемами ее агропромышленного комплекса.

По аналитическим сведениям, в мире констатирована угроза дефицита пищевого белка. На сегодняшний день около половины населения планеты испытывает недостаток в белке. Обеспечение населения высококачественными белковыми полноценными продуктами актуальна и для Южного Федерального округа России. Одним из путей решения проблемы дефицита белка может стать новое биотехнологическое направление, связанное с созданием и получением пищевых продуктов, отличающихся повышенным содержанием белка и его улучшенным качеством (Ключникова Д.В. и др., 2017; Ильючик И.А. и Никандров В.Н., 2018; Подкорытова А.В. и др., 2020). Одним из стратегически перспективных источников пищевого белка является растительного сырье, что, являясь обоснованной альтернативой животному белку, оказывает положительный эффект в отношении сокращения углеродного следа.

Биомасса инновационного объекта аквакультуры – зеленой пресноводной водоросли хлореллы рода Chlorella pyrenoidosa (Новиков А.Е. и др., 2020), выступает перспективной альтернативой животным источникам белка, содержит до 55% белка, 1,2% жира, 2,5% углеводов и дополняет творожно-казеиновую основу аминокислотами, эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами – арахидоновой, линолевой, линоленовой, – предшественниками простагландинов, участвующих в гормональной регуляции физиологических процессов и сохранении гомеостаза, витаминами А, D, группы В, в том числе фолиевой кислотой, железом, магнием, фосфором, медью, серой (Dvoretsky DS et al., 2014; Темнов М.С. и Андросова А.А., 2015; Ильючик И.А. и Никандров В.Н., 2018). Хлорелла обладает природным антибактериальным и антимиотическим действием, поддерживает и сохраняет состав пробиотической микрофлоры желудочно-кишечного тракта. С хлореллой в молочнобелковый продукт поступает хлореллан, способствующий укреплению иммунной системы и выработке интерферона (Ильючик И.А. и Никандров В.Н., 2018). Употребление хлореллы способствует нормализации уровня сахара в крови и повышает чувствительность к инсулину, что при отсутствии простых сахаров делает продукт применимым к питанию диабетиков. Добавление суспензии зеленой водоросли хлореллы, как высокобелкового биоорганического ингредиента натурального происхождения, обогащает молочно-белковый биопродукт белком, выступает дополнительным источником биогенных микроэлементов и, кроме того, придает продукту оригинальный вкус и светло-зеленый цвет.

Гидратацию порошка хлореллы целесообразно проводить ультрафильтратом творожной сыворотки, так как он содержит большую долю компонентов молока в молекулярном и истинно-растворимом состоянии, а именно: свободные аминокислоты и жирные кислоты, лактозу, водорастворимые витамины группы В, РР, набор биогенных минеральных элементов К, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, придающие ему сладковато-солоноватый вкус, и при этом обладает минимальной калорийностью. Тем самым использование ультрафильтрата для гидратации хлореллы предпочтительно вследствие возврата части ценных веществ молока, повышения пищевой ценности и улучшения вкуса суспензии и улучшения вкуса суспензии водоросли, сокращает остаток побочного продукта переработки, что имеет ресурсосберегающую и экологическую значимость (Храмцов А.Г. и др., 2003).

В этой связи актуальным является изучение эффективности и возможности использования данного альтернативного высокобелкового биоорганического сырья в аспекте формирования белкового состава биопродукта на творожной основе.

Кроме того, разработка высокобелковых продуктов питания имеет лечебнопрофилактическую и диетическую направленность (Харитонова И.Б. и Силантьева Л.А., 2011; Шлейкин А.Г. и др., 2015; Ключникова Д.В. и др., 2017; Канарейкина С.Г. и др., 2018; Куренкова Л.А. и др., 2019).

Материалы и методы. Научно-исследовательская работа проводилась на базе кафедры «Технологии пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета и комплексной аналитической лаборатории Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции.

Объектами исследований являлись: молоко, сыворотка молочная творожная, бактериальные заквасочные культуры, суспензия хлореллы.

По итогам опытной выработки экспериментальных образцов установлено оптимальное количество суспензии хлореллы в рецептурной композиции – не более 10%. Определение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей проводилось с применением общепринятых стандартных методов и методик. Оценку органолептических показателей готового полученного продукта проводили с учетом структуры, вкуса, запаха и цвета. При определении физико-химических показателей образцов использовали стандартные методы: титруемую кислотность определяли титриметрически (ГОСТ 3624-92), массовую долю жира – кислотным методом (ГОСТ 5867-90), белка – методом Къельдаля (ГОСТ Р 53951-2010), влаги – термогравиметрически (ГОСТ 3626-73). Количество жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов определяли по ГОСТ 33951-2016 посевом и культивированием на питательных средах с визуальным подсчетом выросших колоний. Аминокислотный состав биопродукта идентифицировали методом тонкослойной хроматографии с использованием системы КЭ «Капель» М 04-38-2009. Биологическую ценность белков определяли по показателю аминокислотного скора. Расчет аминокислотного скора осуществлялся путем деления количества содержащейся в продукте незаменимой аминокислоты на количество этой же аминокислоты в идеальном белке. Полученное при этом число умножали на сто. Функциональную обеспеченность образцов йодом и цинком устанавливали по принципу аддитивности.

Результаты и обсуждение. Для получения молочно-белкового творожного продукта, обладающего пробиотическими свойствами, использовали в составе заквасочной микрофлоры мезофильные: Lactococcus lactis subspecies cremoris, Lactococcus lactis subspecies lactis, Lactococcus lactis subspecies lactis biovar diacetylactis, и термофильные: Streptococcus thermophilus, Lactobacterium acidophilum, молочнокислые микроорганизмы в соотношении 1:1.

В ходе экспериментального исследования было определено оптимальное количество включения в состав рецептуры суспензии хлореллы. Отмечено, что с увеличением количества хлореллы в рецептуре до 15% биопродукт приобретает специфический травянистый привкус и неаппетитный темно-зеленый цвет, что ограничивает долю присутствия аквакультуры до 10%. При этом установлено, что формирование оригинальных органолептических свойств биопродукта с хлореллой (таблица 1) не только повышает его потребительские свойства, но и позволяет расширить ассортимент творожных изделий.

Физико-химические и микробиологические показатели исследуемых образцов молочнобелкового биопродукта (таблица 2) соответствуют общепринятым требованиям нормативной документации для творога и творожной продукции.

Таблица 1. Органолептические показатели молочно-белкового биопродукта *Table 1.* Organoleptic characteristics of milk-protein bioproduct

Показатель	Характеристика
Indicator	Characteristics
Структура	Пастообразная, с наличием слегка ощутимых частиц молочного белка
Structure	Pasty, with the presence of slightly perceptible particles of milk protein
Вкус	Чистый, кисломолочный, с легким травянистым привкусом
	растительного наполнителя
Taste	Clean, sour-milk, with a slight herbaceous aftertaste of herbal filler
Запах	Кисломолочный, умеренный запах растительного наполнителя
	и специфический – розмарина
Smell	Sour-milk, moderate smell of herbal filler and specific – rosemary
Цвет	Светло-зеленый
Color	Light green

Таблица 2. Физико-химические и микробиологические показатели биопродукта *Table 2.* Physical and chemical and microbiological parameters of the bio-product

	Значение		
Показатель	Value for sample		
Indicator	контроль	опыт	
	control	experiment	
Массовая доля жира, %	3.2	3,0	
Mass fraction of fat, % 3,2		3,0	
Массовая доля белка, %	13.5		
Mass fraction of protein, %			
Массовая доля влаги, %	71,5	71,3	
Mass fraction of moisture, %	/1,3	/1,3	
Массовая доля сухого вещества, %	28,5	28,7	
Mass fraction of dry substance, %	20,3		
Титруемая кислотность, °Т		229	
Titratable acidity, °T	220,3	229	
Количество жизнеспособных молочнокислых			
микроорганизмов, КОЕ/г	$1 \cdot 10^7$		
Number of viable lactic acid microorganisms, CFU/g			

По сведениям о показателях пищевой ценности, добавление хлореллы увеличивает количество белка в опытном образце биопродукта на 1,5% по сравнению с контролем, что объясняется его высоким содержанием в этой водоросли. При этом различие по содержанию жира, влаги и сухого вещества между образцами незначительно, так как порошок хлореллы вносят в смесь по рецептуре в гидратированном виде суспензии.

Для оценки влияния хлореллы на хранимоспособность творожного биопродукта исследовали динамику кислотности выработанного по новой рецептуре образца в сравнении с контрольным аналогом без растительного наполнителя. Измерение кислотности в анализируемых образцах проводилось в течение 5 дней при холодильном хранении. На основании полученных результатов построен график динамики кислотности (рисунок 1).



Рисунок 1. Динамика титруемой кислотности молочно-белкового биопродукта *Figure 1.* Dynamics of titratable acidity of a milk-protein bioproduct: кислотность, ${}^{\circ}$ Т / acidity, ${}^{\circ}$ Т; количество дней, сут / number of days, days; контрольный образец / control sample; опытный $\mathfrak{N}\mathfrak{D}$ 2 / experimental no. 2

На основании установленных зависимостей для контрольного и опытного образцов не выявлено отрицательного влияния порошка хлореллы на хранимоспособность молочно-белкового биопродукта: показатели титруемой кислотности сравниваемых образцов практически не отличаются. Это значит, что используемый растительный ингредиент не вызывает критичного повышения кислотности. Однако усиление кислого вкуса по мере хранения образцов, обусловленное жизнеспособностью сильной кислотообразующей ацидофильной палочки, ограничивает срок хранения биопродукта до 72 ч.

По полученным данным аминокислотного анализа и рассчитанному показателю аминокислотного скора установлено влияние хлореллы на биологическую ценность белков биопродукта в сравнении с контрольным аналогом без ее добавления (таблица 3). Так, в опытном образце сокращается количество лимитирующих аминокислот до метионина и аргинина, в то время как контрольный образец наряду с ними остается несбалансированным по незаменимому треонину, частично заменимому аргинину, а также глицину и аланину. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что добавление порошка органической зеленой водоросли хлореллы и возврат сывороточного альбумина позволяет получить молочнобелковый биопродукт, полностью восполняющий потребности человека в незаменимых аминокислотах: валин, лейцин, изолейцин, лизин, треонин, триптофан, фенилаланин, тирозин. Причем в наибольшей степени хлорелла обогащает биопродукт лейцином и изолейцином.

Анализ степени функциональности молочно-белкового биопродукта с хлореллой установил, что его употребление в количестве фасовочной порции 250 г покрывает норму физиологической потребности (НФП) организма в белке на 42,5%, а также в биогенных микроэлементах йоде и цинке на 27%, что соответствует требованиям ГОСТ Р 52349-2005 и подтверждает достижение функционального эффекта (таблица 4).

Ожидаемый благоприятный эффект при систематическом употреблении белков, витаминов B_2 , B_5 , B_{12} , макро- и микроэлементов в составе разработанного биопродукта обоснован с точки зрения доказательной медицины и способствует нормализации пластического и энергетического обмена, йод поддерживает нормальное функционирование щитовидной железы, продукцию тиреоидных гормонов и, как следствие, когнитивную, или познавательную, деятельность, цинк обеспечивает поддержание кислотно-щелочного баланса организма, магний способствует нормальному функционированию сердечной мышцы, лактобактерии Lactobacterium acidophilum подавляют развитие патогенных микроорганизмов, угнетают гни-

лостные процессы за счет продуцирования антибиотических веществ и обеспечивают пробиотическое действие продукта.

Таблица 3. Биологическая ценность белков биопродукта

Table 3. Biological value of the bioproduct proteins

	Содержани	ие, мг/100 г бе.	лка	Аминокислот	тый скор, %
А минокионоло	Content, mg / 100 g protein			Amino acid score, %	
Аминокислота Amino acid	эталон ФАО / ВОЗ standard FAO / WHO	контроль control	опыт experiment	контроль control	опыт experiment
Валин <i>Valine</i>	5000	5005,2	6926,8	100,1	138,5
Лейцин + изолейцин Isoleucine + leucine	5500	11815,7	19268,2	214,8	350,3
Лизин Lysine	5500	5926,3	6668,2	107,7	121,2
Метионин Methionine	3500	2215,7	2487,8	63,3	71,08
Глицин Glycine	3000	1726,3	5268,2	57,5	175,6
Треонин Threonine	4000	2947,3	4956,09	73,6	123,9
Триптофан Tryptophan	1000	1749,5	1580,0	174,9	158,0
Фенилаланин + тирозин Phenylalanine + tyrosine	6000	7921,0	9400,0	132,0	156,6
Гистидин Histidine	1500	1921,05	2209,7	128,07	147,3
Аргинин Arginine	4000	3047,3	2146,3	76,1	53,6
Пролин <i>Proline</i>	2000	8884,2	10482,9	444,2	524,1
Серин Serine	3000	3847,3	6039,02	128,2	201,3
Аланин Alanine	3000	2884,2	5058,5	94,1	168,6

Таблица 4. Функциональная обеспеченность молочно-белкового биопродукта

Table 4. Functional provision of a milk-protein bioproduct

Нутриент	НФП, г (мг) в сутки	Содержание, г (мг) / 100 г,	Обеспеченность, %	
Nutrient	PhRN, g (mg) per day	<i>Content, g (mg) / 100 g</i>	Prov	ision, %
Белок	60-114	15	100 г	порция 250 г
Protein	00-114	13	100 g	portion 250 g
Йод	(120-150)	(15)	17	42,5
Iodine	(120-130)	(13)	17	42,3
Цинк	(13,5)	(1,5)	11	27,5
Zink	(13,3)	(1,3)	11	21,3

Заключение. Таким образом, получен молочно-белковый биопродукт, отличающийся высокой пищевой и биологической ценностью за счет внесения альтернативного растительного источника белка — суспензии зеленой водоросли хлореллы, отличающейся высоким содержанием белка (на уровне 55%), и возврата сывороточного альбумина в творожно-казеиновую основу. Продукт имеет оригинальный выраженный зеленый цвет за счет присутствия натурального пигмента хлорофилла в составе инновационного биоорганического ингредиента хлореллы, приятный кисломолочный вкус с тонкими пряными нотками розмарина, может выступать источником полноценного белка, йода, цинка и пробиотической микрофлоры.

Список источников

- 1. Гиноян Р.В., Назарова Н.Е., Бондарева Ю.Н. Технология производства йогурта функционального назначения, обогащенного смесью сухого порошка пророщенной пшеницы и пюре из черники и голубики // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80, № 4. С. 283-287. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-283-287.
- 2. Голубева Л.В., Долматова О.И., Найденкина Н.А., Зыгалова Е.И. Творожные продукты с компонентами растительного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2. С. 103-107. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2015-2-103-107.
- 3. Грунская В.А., Габриелян Д.С., Кузина Е.А., Зайцев К.А. Творожные десертные продукты с функциональными свойствами и повышенной пищевой ценностью // Молочнохозяйственный вестник. 2019. № 3 (35). С. 88-99.
- 4. Ильючик И.А., Никандров В.Н. Рост культуры хлореллы (Chlorella vulgaris) и накопление белка при добавлении MnC1₂ в питательную среду // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. 2018. № 1. С. 53-64.
- 5. Ильючик И.А., Никандров В.Н. Рост культуры хлореллы. Повышение белкового состава // Развитие АПК Курска. 2018. № 5. С. 35-37.
- 6. Канарейкина С.Г., Минниахметова Г.Р., Канарейкин В.И. Эффективность внесения растительной добавки при производстве кисломолочного продукта // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Том 101, № 1. С. 98-105.
- 7. Ключникова Д.В., Кузнецова А.А., Крикунов А.В. Компоненты-обогатители как механизм расширения ассортимента творожных продуктов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Пищевые биотехнологии». 2017. Т. 5, № 4. С. 5-11. https://doi.org/10.14529/food170401.
- 8. Куренкова Л.А., Нифанова М.А., Фатеева Н.В. Исследование возможности применения растительного сырья в производстве творожного продукта // Молочно-хозяйственный вестник. 2019. № 3 (35). С. 101-107.
- 9. Новиков А.Е., Филимонов М.И., Константинова Т.Г., Торопов А.Ю. Биореактор для культивирования хлореллы // Орошаемое земледелие. 2020. № 2. С. 13-16.
- 10. Подкорытова А.В., Вафина Л.Х., Шашкина И.А. Диетические лечебные профилактические продукты из ламинарии, настоящее и будущее // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020. № 93. С. 115-118.
- 11. Темнов М.С., Андросова А.А. Разработка технологии культивирования биомассы микроводорослей Chlorella Vulgaris с повышенным содержанием липидов // Успехи в химии и химической технологии. 2015. Том XXIX, № 8. С. 116-117.

- 12. Харитонова И.Б., Силантьева Л.А. Возможность использования добавок растительного происхождения при производстве кисломолочных продуктов // Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. № 2. С. 222-226.
- 13. Храмцов А.Г., Павлов В.А., Нестеренко П.Г. Переработка молочной сыворотки: технологическая тетрадь. Москва: СевКавГТУ, 2003. 100 с.
- 14. Шлейкин А.Г., Баракова Н.В., Петрова М.Н., Данилов Н.П., Аргымбаева А.Е. Влияние сахарного сиропа, мёда и злаков на реологические свойства йогурта // Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 2. С. 24-33.
- 15. Dvoretsky DS, Peshkova EV, Temnov MS. Experimental definition of technological modes of growth of biomass of a microalga Chlorella with the raised contents Lipids agricultural animals // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complexhealthy food products. 2014. № 2. P. 32-38.

References

- 1. Ginoyan RV, Nazarova NE, Bondareva YuN. The production technology of functional yoghurt, enriched with a mixture of dry wheat germ powder and bilberries and blueberries puree. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta Inzhenerny`x Texnologij = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2018;4(80):283-287. (In Russ.). https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-283-287.
- 2. Golubeva LV, Dolmatova OI, Naidenkina TA, Zygalova EI. Cottage cheese products with ingredients of plant origin. *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta Inzhenerny'x Texnologij = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2015;(2):103-107. (In Russ.). https://doi.org/10.20914/2310-1202-2015-2-103-107.
- 3. Grunskaya VA, Gabrielyan DS, Kuzina EA, Zaitsev KA. Curd dessert products with functional properties and increased nutritional value. *Molochnoxozyajstvenny j vestnik* = *Molochnokhozayistvenny vestnik*. 2019;35(3):88-99. (In Russ.).
- 4. Ilyuchik IA, Nikandrov VN. Chlorella vulgaris culture growth and protein accumulation at MnCl₂ addition in nutrient medium. *Vestnik Polesskogo gosudarstvennogo universiteta*. *Seriya prirodovedcheskix nauk* = *Vestnik of the Polessky State University. A series of natural sciences*. 2018;(1):53-64. (In Russ.).
- 5. Ilyuchik IA, Nikandrov VN. Chlorella culture growth. Increasing the protein composition. *Razvitie APK Kurska = Development of the Kursk Agroindustrial Complex*. 2018;(5):35-37. (In Russ.).
- 6. Kanareykina SG, Minniekhmetova GR, Kanareykin VI. Efficiency of a plant supplement in the production of a fermented milk product. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal husbandry and fodder production*. 2018;101(1):98-105. (In Russ).
- 7. Klyuchnikova DV, Kuznetsova AA, Krikunov AV. Components-dressers as a mechanism to expand the range of quark products. *Vestnik Yuzhno-Ural`Skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: pishhevy`e i biotexnologii = Bulletin of the South Ural State University. Series: food and biotechnology.* 2017;5(4):5-11. (In Russ.). https://doi.org/10.14529/food170401.
- 8. Kurenkova LA, Nifanova MA, Fateeva NV. The research of using vegetable raw materials in the production of a curd product. *Molochnoxozyajstvenny'j vestnik = Molochnokhoza-yistvenny vestnik*. 2019;35(3):101-107. (In Russ).

- 9. Novikov AE, Filimonov MI, Konstantinova TG, Toropov AYu. Bioreactor for cultivation of chlorella. *Oroshaemoe zemledelie = Irrigated Agriculture*. 2020;(2):13-16. (In Russ.).
- 10. Podkorytova AV, Vafina LH, Shashkina IA. Dietary therapeutic prophylactic products from kelp, presentand future. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury = Problems of balneology, physiotherapy and exercise therapy.* 2020;(93):115-118. (In Russ.).
- 11. Temnov MS, Androsova AA. Designing of chlorella vulgaris microalgae biomass technology cultivation with high lipids content. *Uspexi v ximii i ximicheskoj texnologii = Advances in chemistry and chemical technology*. 2015;XXIX(8):116-117. (In Russ.).
- 12. Kharitonova IB, Silantieva LA. Possibility of use of additives of a phytogenesis by manufacture of sourmilk products. *Processy' i apparaty' pishhevy'x proizvodstv» = Processes and food production equipment*. 2011;(2):222-226. (In Russ.).
- 13. Khramtsov AG, Pavlov VA, Nesterenko PG. Processing of milk whey: technological notebook. Moscow: SevKavGTU Publ.; 2003. 100 p. (In Russ.).
- 14. Shleikin AG, Barakova NV, Petrova MN, Danilov NP, Argymbaeva AE. The influence of sugar syrup, honey and cereals on the rheological properties of yogurt. *Processy` i apparaty` pishhevy`x proizvodstv = Processes and food production equipment.* 2015;(2):24-33. (In Russ.).
- 15. Dvoretsky DS, Peshkova EV, Temnov MS. Experimental definition of technological modes of growth of biomass of a microalga Chlorella with the raised contents Lipids agricultural animals. Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex healthy food products. 2014;(2):32-38. (In Russ).

Вклад авторов. Алина А. Короткова: анализ результатов, подготовка окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации, формулировка результатов исследования и выводов; Екатерина А. Сергеенко: обработка и анализ результатов, отбор и подготовка проб для лабораторных исследований, их проведение, подготовка рукописи и написание первой версии статьи; Валентина Н. Храмова: контроль проведения исследования на всех стадиях на базе Волгоградского государственного технического университета. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: Alina A. Korotkova: analysis of the results, preparation of the final version of the article before submitting it for publication, formulation of the research results and conclusions; Ekaterina A. Sergeenko: processing and analysis of the results, selection and preparation of samples for laboratory studies, their conduct, preparation of the manuscript and writing the first version of the article; Valentina N. Khramova: control of the study at all stages based at Volgograd State Technical University. All authors participated equally in writing the manuscript and are responsible for plagiarism and self-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):

Сергеенко Екатерина Александровна — студентка, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28; e-mail: ek.sergeenko@mail.ru;

Храмова Валентина Николаевна – декан факультета технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет; 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28; e-mail: hramova_vn@vstu.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0062-3211.

Information about the authors (except for the contact person):

Ekaterina A. Sergeenko – Student, Volgograd State Technical University, 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation; e-mail: ek.sergeenko@mail.ru;

Valentina N. Khramova — Dean of the Faculty of Food Production Technologies, Volgograd State Technical University; 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation; e-mail: hramova_vn@vstu.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0062-3211.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 28.09.2022; Одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 19.12.2022; Принята к публикации / accepted for publication: 21.12.2022

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

Hayчная статья / Original article УДК 664.38

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-60-68

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ПЕПТИДОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ МОЛОЗИВА КОРОВ

STUDY OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF PEPTIDES, ISOLATED FROM COWS COLOSTRUM

¹Сергей Л. Тихонов, доктор технических наук, профессор ¹Наталья В. Тихонова, доктор технических наук, профессор ¹Владимир А. Лазарев, кандидат технических наук, доцент ²Мария С. Тихонова, студентка

¹Sergey L. Tikhonov, Dr. Sci. (Technology), Professor ¹Natalia V. Tikhonova, Dr. Sci. (Technology), Professor ¹Vladimir A. Lazarev, PhD (Technology), Associate Professor ²Maria S. Tikhonova, Student

¹Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург ²Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург

¹Ural State Economic University, Ekaterinburg, Russia ²Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

Контактное лицо: Тихонов Сергей Леонидович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет; 620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45;

e-mail: tihonov75@bk.ru; тел.: 8 (343) 283-11-38; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4863-9834.

Для цитирования: Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Лазарев В.А., Тихонова М.С. Исследование антиоксидантных свойств пептидов, выделенных из молозива коров // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 60-68. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-60-68.

Principal Contact: Sergey L. Tikhonov, Dr. Sci. (Technology), Professor, Head of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics; 45, People's Will st., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: tihonov75@bk.ru; tel.: +7 (343) 283-11-38; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4863-9834.

For citation: Tikhonov S.L., Tikhonova N.V., Lazarev V.A., Tikhonova M.S. Study of antioxidant properties of peptides, isolated from cows colostrum. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;19(3):60-68. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-60-68.

Резюме

Цель. Оценка антиоксидантной активности пептидов, выделенных из трипсинового гидролизата молозива коров.

Материалы и методы. Антиоксидантную активность пептидов определяли по методу DPPH. В качестве стандартного раствора использовали растворы Тролокса (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновой кислоты) известной концентрации. Все спектрофотометри-

ческие измерения проводили с использованием микропланшетного ридера CLARIOstar (BMG Labtech, Германия).

Результаты. Проведены исследования антиоксидантной активности пептидов с известной молекулярной массой и последовательностью аминокислот, выделенных из ферментативного гидролизата молозива коров. В научно-технической отечественной и зарубежной литературе функции указанных пептидов не представлены. Антиоксидантную активность определяли по методу DPPH. Установлено, что пептид с аминокислотной последовательностью SQKKKNCPNGTRIRVPGPGP, состоящий из 20 аминокислот и имеющий молекулярную массу 20 кДа, обладает антиоксидантной активностью 0,128±0,008 ммоль экв. Тролокса/л, у других исследованных пептидов антиоксидантные свойства не установлены. Можно предположить, что антиоксидантная активность пептидов зависит от последовательности и количества аминокислот.

Заключение. На основании полученных данных можно рассмотреть возможность использования указанного пептида при разработке пищевых продуктов функциональной направленности. Однако следует учитывать, что биологически активные пептиды имеют ряд недостатков, в частности, низкую стабильность в желудочно-кишечном тракте, и могут вступать в реакции с другими биологически активными веществами в составе пищевого продукта и в организме человека.

Ключевые слова: пептиды, молозиво коров, антиоксидантная активность, ферментативный гидролиз, аминокислоты, молекулярная масса

Abstract

Purpose. Evaluation of the antioxidant activity of peptides isolated from trypsin hydrolysate of cow colostrum.

Materials and Methods. Based on the data obtained, it is possible to consider the possibility of using this peptide in the development of functional food products. However, it should be borne in mind that biologically active peptides have a number of disadvantages, in particular, low stability in the gastrointestinal tract, and can react with other biologically active substances in the composition of a food product and in the human body.

Results. The antioxidant activity of peptides was determined by the DPPH method. Solutions of Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) of known concentration were used as the standard solution. All spectrophotometric measurements were carried out using a CLARIOstar micro-tablet reader (BMG Labtech, Germany). Studies of the antioxidant activity of peptides with a known molecular weight and sequence of amino acids isolated from enzymatic hydrolysate of cow colostrum have been carried out. The functions of these peptides are not presented in the scientific and technical domestic and foreign literature. The antioxidant activity was determined by the DPPH method. It was found that the peptide with the amino acid sequence SQKKKNCPNGTRIRVPGPGP, consisting of 20 amino acids and having a molecular weight of 20 kDa, has an antioxidant activity of 0.128±0.008 mmol eq. Trolox/l, the antioxidant properties of the other peptides studied have not been established. It can be assumed that the antioxidant activity of peptides depends on the sequence and number of amino acids.

Conclusion. Based on the data obtained, it is possible to consider the possibility of using this peptide in the development of functional food products. However, it should be borne in mind that biologically active peptides have a number of disadvantages, in particular, low stability in the gastrointestinal tract, and can react with other biologically active substances in the composition of a food product and in the human body.

Keywords: peptides, cow colostrum, antioxidant activity, enzymatic hydrolysis, amino acids, molecular weight

Введение. В последнее время растет спрос на укрепляющие здоровье нутрицевтики и функциональные продукты питания, содержащие биологически активные соединения. Среди огромного разнообразия функциональных химических веществ биологически активные пептиды (БАП) выделяются как функциональные соединения (Pérez-Gregorio R et al., 2020).

Биоактивные пептиды считаются биологически активными регуляторами нового поколения, которые не только предотвращают механизм окисления и микробной деградации в пищевых продуктах, но и способствуют профилактике различных заболеваний и расстройств, тем самым повышая качество жизни. Пептиды представляют собой короткие или длинные цепочки аминокислот, различающиеся по структуре и молекулярной массе. Их можно считать биологически активными, поскольку они могут способствовать физиологическим функциям организмов, применяемым в пищевой и фармацевтической промышленности. В пищевой промышленности такие биоактивные пептиды могут использоваться в качестве консервантов или антиоксидантов для предотвращения порчи пищевых продуктов. Кроме того, пептиды обладают рядом функциональных свойств, которые позволяют использовать их в качестве инструментов для изменения растворимости пищевых ингредиентов, способности удерживать воду и связывать жир, а также для образования геля. В фармацевтической промышленности пептиды могут быть использованы в качестве антиоксидантов, а также антигипертензивных, антикоагулянтных и иммуномодулирующих соединений и для выполнения других функций (Lemes AC et al., 2016).

За последние несколько десятилетий возрос научный интерес к биологически активным пептидам пищевого происхождения в качестве альтернативы фармакологическим методам лечения заболеваний, связанных с образом жизни, которые представляют серьезную проблему для здоровья людей во всем мире, и прежде всего гипертонии, диабета 2 типа и окислительного стресса (Manzanares P et al., 2019).

Авторы (Díaz-Gómez JL et al., 2020) охарактеризовали три новых пептида, полученных из α -зеина 19 кДа, определили их биологически активный профиль in vitro и разработали структурную модель in silico. Пептиды 19ZP1, 19ZP2 и 19ZP3 образовывали α -спиральные структуры и имели поверхности с положительным и отрицательным электростатическим потенциалом (диапазон от -1 до +1). Согласно алгоритмам in silico, пептиды демонстрировали низкую вероятность цитотоксичности (≤0,05%), проникновения в клетки (10-33%) и антиоксидантную активность.

Особое значение заслуживают антиоксидантные свойства пептидов, которые могут быть использованы при профилактике и лечении различных заболеваний, приводящих в возникновению оксидативного стресса.

Молочные белки могут оказывать широкий спектр физиологических действий, включая усиление иммунной функции, защиту от патогенных бактерий, вирусов и дрожжей, а также развитие кишечника и его функций (Lopez-Exposito I and Recio I, 2008). Помимо биологически активных белков, естественно встречающихся в молоке, в последовательности молочных белков зашифрованы различные биологически активные пептиды, которые высвобождаются при подходящем гидролизе белка-предшественника. Причем некоторые из них проявляют более одного вида биологической активности (Parodi PW, 2007).

Авторами (Iwaniak A et al., 2022) проведено исследование в котором представлен комплексный подход, включающий протоколы in silico и in vitro, используемый для анализа антиоксидантной активности сыра Гауда с модифицированным содержанием β-казеина. Присутствие антиоксидантных пептидов в последовательностях казеина было вычислено с использованием базы данных ВІОРЕР-UWM. Для идентификации антиоксидантных пептидов в водорастворимых экстрактах (WSE), полученных из сыра Гауда, был использован метод RP-

HPLC–MS/MS. Установлено, что все образцы сыра Гауда демонстрировали антиоксидантный потенциал. Самая высокая антиоксидантная активность (эффект поглощения радикалов ABTS·+, FRAP и Fe-хелатирование) наблюдалась у WSE, полученных из сыра Гауда с повышенным содержанием β-казеина после 60-го дня созревания.

Перспективным источником пептидов является молозиво коров — это сложная биологическая жидкость, содержащая антимикробные пептиды, иммунорегулирующие соединения и факторы роста. Основные функции молозива заключаются в обеспечении необходимыми питательными компонентами, укреплении естественной защитной системы, модуляции иммунного ответа, балансировании кишечной микробиоты, усилении роста и регенерации тканей. Несколько исследований и клинических испытаний, проведенных как in vitro, так и in vivo на людях и животных, свидетельствуют о клинической пользе добавок из молозива коров при желудочно-кишечных заболеваниях. Молозиво безопасно, поскольку не имеет противопоказаний в отношении высоких доз (Мепсhetti L et al., 2016).

Однако сегодня неизвестно, какие молочные пептиды являются биологически активными, а какие – нет.

Авторами (Ucak I et al., 2021) доказано, что продукция животноводства является богатым источником биологически активных азотистых соединений и белка, которые могут быть преобразованы в пептиды путем ферментативного гидролиза.

Цель исследований — оценка антиоксидантной активности пептидов, выделенных их трипсинового гидролизата молозива коров.

Материалы и методы. Характеристика объектов исследований представлена в таблице 1. **Таблица 1.** Образцы пептидов, выделенных из трипсинового гидролизата молозива коров для определения антиоксидантной активности

Table 1. Samples of peptides isolated from trypsin hydrolysate of cows colostrum to determine antioxidant activity

Образец Sample	Аминокислотная последователь- ность Amino acid sequence	Идентификация Identification	Молекулярная масса, кДа Molecular weight, kDa	Функциональная направленность Functional orientation
1	SQ KKKN CP NGTRIRVPGP GP (20)	POSSUM_01- POSSUM-C- EMBRYO-2KB, Tri- chosurus Vulpecula	16	Функции не изучены Functions not learned
2	LARKTSK IK	Подобный пептид не найден, так как уровень покрытия с известными пептидами низкий A similar peptide was not found because the level of coverage with known peptides is low	13,0	Функции не изучены Functions not learned
3	EK LA KNK LAR GLK RK	CO950255 protein, sus scrofa	18,0	Функции не изучены Functions not learned

Антиоксидантную активность пептидов определяли по методу DPPH. 20 мкл белкового гидролизата смешивали с 300 мкл свежеприготовленного 0,1 мМ раствора 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила. Смесь инкубировали в темноте при комнатной температуре в течение 30 мин. Уменьшение оптической плотности по сравнению с контролем регистрировали при 515 нм. В качестве стандартного раствора использовали растворы Тролокса (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновой кислоты) известной концентрации. Результаты анализов выражены в мМ эквивалентов Тролокса (мммоль эквивалентов Тролокса/л). Все спектрофотометрические измерения проводили с использованием микропланшетного ридера CLARIOstar (ВМG Labtech, Германия).

Результаты и обсуждение. В таблице 2 представлены результаты исследований антиоксидантной активности пептидов, выделенных из трипсинового гидролизата молозива коров.

Таблица 2. Антиоксидантная активность пептидов,

выделенных из трипсинового гидролизата молозива коров

 Table 2. Antioxidant activity of peptides

isolated from trypsin hydrolyzate of cows colostrum

Opposit	АОА, ммоль эквивалент Тролокса/л
Образец Sample	AOA, mmol Trolox equivalent/l
	DPPH
1	$0,128\pm0,008$
2	не выявлена
	not identified
2	не выявлена
2	not identified

Большинство исследованных образцов не проявляли антиоксидантную активность. Исключение составил образец пептида № 1, для которого была выявлена антиоксидантная активность по отношению к радикалам DPPH.

Результаты наших исследования согласуются с исследованиями авторов (Wu R et al., 2015), которые утверждают, что антиоксидантную активность пептидов можно объяснить удалением свободных радикалов, ингибированием перекисного окисления липидов и хелатированием ионов металлов. При этом структура пептида и его аминокислотная последовательность могут в основном влиять на его антиоксидантные свойства.

Так, все исследуемые образцы пептидов отличались различной аминокислотной последовательностью.

Авторы (Krobthong S et al., 2022) механизм антиоксидантной активности пептидов объясняют поглощением свободных радикалов, аналогично стандартным антиоксидантам, и значительным снижением внутриклеточного уровня АФК в клетках, индуцированных LPS. Антиоксидантная активность может быть результатом усиления регуляции АФК-редуцирующего белка.

Стоит отметить, что несмотря на то что образец 1 проявлял антиоксидантную активность, измеренную всеми тремя методами, значения его активности были относительно низкими по сравнению, например, с результатами, полученными для фруктовых соков. Так, антиоксидантная активность яблочного сока, согласно литературным данным, составляет примерно 1 ммоль экв. Тролокса/мл (для DPPH и FRAP) (Руо YH et al., 2014), что, соответственно, в пересчете на литр будет приблизительно в 10000 раз больше по сравнению с активностью образца 1.

Выводы. Последние научные данные свидетельствуют о том, что пищевые белки не только служат питательными веществами, но и могут модулировать физиологические функции организма, в частности, обладать антиоксидантной активностью. Эти физиологические функции в основном регулируются некоторыми пептидами, которые зашифрованы в последовательностях нативного белка. Биоактивные пептиды могут проявлять полезные для здоровья свойства и, таким образом, рассматриваются в качестве ведущего соединения для разработки нутрицевтиков или функциональных продуктов питания. За последние несколько десятилетий был идентифицирован широкий спектр биологически активных пептидных последовательностей пищевого происхождения, обладающих множеством полезных для здоровья свойств. Но многие свойства пептидов пока не изучены.

Для выделения пептидов широко используется ферментативный гидролиз белка. В результате исследования антиоксидантной активности методом DPPH некоторых пептидов, выделенных из ферментативного гидролизата молозива коров, установлено, что пептид с аминокислотной последовательностью SQ KKKN CP NGTRIRVPGP GP, состоящий из 20 аминокислот и имеющий молекулярную массу 20 кДа, обладает антиоксидантной активностью. Антиоксидантные свойства пептида могут быть связаны с инактивацией активных форм кислорода, удаления свободных радикалов, хелатирования прооксидантных переходных металлов и повышения активности внутриклеточных антиоксидантных ферментов. На основании полученных данных можно рассмотреть возможность использования указанного пептида при разработке пищевых продуктов функциональной направленности. В то же время следует учитывать, что биологически активные пептиды пищевого происхождения обладают некоторыми недостатками, включая плохую химическую и физическую стабильность и короткий период полураспада в циркулирующей плазме. Также при разработке питания с использованием биологически активных веществ необходимо помнить, что количество потребленного питательного вещества, способного проникать в кровоток и проявлять биологическую активность может также влиять отрицательно на организм человека в результате взаимодействия и/или реакций между биоактивными соединениями, что особенно важно для этих биоактивных пептидов, например, некоторые полифенолы широко известны своей способностью взаимодействовать и/или осаждать белки/пептиды.

Список источников

- 1. Díaz-Gómez JL, Neundorf I, López-Castillo LM, Castorena-Torres F, Serna-Saldívar SO, García-Lara S. In Silico Analysis and In Vitro Characterization of the Bioactive Profile of Three Novel Peptides Identified from 19 kDa α-Zein Sequences of Maize // Molecules. 2020. Vol. 25, iss. 22. Article number: 5405. https://doi.org/10.3390/molecules25225405.
- 2. Iwaniak A, Mogut D, Minkiewicz P, Żulewska J, Darewicz M. An integrated approach to the analysis of antioxidative peptides derived from Gouda cheese with a modified β-casein content // Sci Rep. 2022. Aug 3. Vol. 12, iss. 1. Article number: 13314. https://doi.org/10.1038/s41598-022-17641-x.
- 3. Krobthong S, Yingchutrakul Y, Sittisaree W et al. Evaluation of potential anti-metastatic and antioxidative abilities of natural peptides derived from *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth in A549 cells // PeerJ. 2022. Jul 6. Vol. 10. Article number: e13693. https://doi.org/10.7717/peerj.13693.
- 4. Lemes AC, Sala L, Ores J, Braga ARC, Egea M, Fernandes KF. A Review of the Latest Advances in Encrypted Bioactive Peptides from Protein-Rich Waste // International Journal

- of Molecular Sciences. 2016. Vol. 17, iss. 6. Article number: 950. https://doi.org/10.3390/ijms17060950.
- 5. Lopez-Exposito I, Recio I. Protective effect of milk peptides: antibacterial and antitumor properties // Advances in Experimental Medicine and Biology. 2008. Vol. 606. P. 271-293. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74087-4_11.
- 6. Manzanares P, Gandía M, Garrigues S, Marcos JF. Improving Health-Promoting Effects of Food-Derived Bioactive Peptides through Rational Design and Oral Delivery Strategies // Nutrients. 2019. Vol. 11, 10. Article number:2545. https://doi.org/10.3390/nu11102545.
- 7. Menchetti L, Traina G, Tomasello G et al. Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases // Frontiers in Bioscience-Scholar. 2016. Vol. 8, 2. P. 331-351. https://doi.org/10.2741/s467.
- 8. Parodi PW. A role for milk proteins and their peptides in cancer prevention // Current Pharmaceutical Design. 2007. Vol. 13, 8. P. 813-828; https://doi.org/10.2174/138161207780363059.
- 9. Pérez-Gregorio R, Soares S, Mateus N, de Freitas V. Bioactive Peptides and Dietary Polyphenols: Two Sides of the Same Coin // Molecules. 2020. Vol. 25, 15. Article number: 3443. https://doi.org/10.3390/molecules25153443.
- 10. Pyo YH, Jin YJ, Hwang JY. Comparison of the effects of blending and juicing on the phytochemicals contents and antioxidant capacity of typical Korean kernel fruit juices // Preventive nutrition and food science. 2014. Vol. 19, 2. P. 108-114; https://doi.org/10.3746/pnf.2014.19.2.108.
- 11. Ucak I, Afreen M, Montesano D et al. Functional and Bioactive Properties of Peptides Derived from Marine Side Streams // Mar Drugs. 2021. Vol. 19, 2. Article number: 71. https://doi.org/10.3390/md19020071.
- 12. Wu R, Wu C, Liu D, Yang X, Huang J, Zhang J, Liao B, He H, Li H. Overview of Antioxidant Peptides Derived from Marine Resources: The Sources, Characteristic, Purification, and Evaluation Methods // Applied biochemistry and biotechnology. 2015. Vol. 176, no. 7. P. 1815-1833. https://doi.org/10.1007/s12010-015-1689-9.

References

- 1. Díaz-Gómez JL, Neundorf I, López-Castillo LM, Castorena-Torres F, Serna-Saldívar SO, García-Lara S. In Silico Analysis and In Vitro Characterization of the Bioactive Profile of Three Novel Peptides Identified from 19 kDa α-Zein Sequences of Maize. *Molecules*. 2020;25(22):5405. https://doi.org/10.3390/molecules25225405.
- 2. Iwaniak A, Mogut D, Minkiewicz P, Żulewska J, Darewicz M. An integrated approach to the analysis of antioxidative peptides derived from Gouda cheese with a modified β-casein content. *Sci Rep.* 2022. Aug 3;12(1):13314. https://doi.org/10.1038/s41598-022-17641-x.
- 3. Krobthong S, Yingchutrakul Y, Sittisaree W et al. Evaluation of potential anti-metastatic and antioxidative abilities of natural peptides derived from *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth in A549 cells. *PeerJ*. 2022. Jul 6;(10):e13693. https://doi.org/10.7717/peerj.13693.
- 4. Lemes AC, Sala L, Ores J, Braga ARC, Egea M, Fernandes KF. A Review of the Latest Advances in Encrypted Bioactive Peptides from Protein-Rich Waste. *International Journal of Molecular Sciences*. 2016;17(6):950. https://doi.org/10.3390/ijms17060950.

- 5. Lopez-Exposito I, Recio I. Protective effect of milk peptides: antibacterial and anti-tumor properties. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2008;(606):271-293. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74087-4_11.
- 6. Manzanares P, Gandía M, Garrigues S, Marcos JF. Improving Health-Promoting Effects of Food-Derived Bioactive Peptides through Rational Design and Oral Delivery Strategies. *Nutrients*. 2019;11(10):2545. https://doi.org/10.3390/nu11102545.
- 7. Menchetti L, Traina G, Tomasello G et al. Potential benefits of colostrum in gastrointestinal diseases. *Frontiers in Bioscience-Scholar*. 2016;8(2):331-351. https://doi.org/10.2741/s467.
- 8. Parodi PW. A role for milk proteins and their peptides in cancer prevention. *Current Pharmaceutical Design*. 2007;13(8):813-828. https://doi.org/10.2174/138161207780363059.
- 9. Pérez-Gregorio R, Soares S, Mateus N, de Freitas V. Bioactive Peptides and Dietary Polyphenols: Two Sides of the Same Coin. *Molecules*. 2020;25(15):3443. https://doi.org/10.3390/molecules25153443.
- 10. Pyo YH, Jin YJ, Hwang JY. Comparison of the effects of blending and juicing on the phytochemicals contents and antioxidant capacity of typical Korean kernel fruit juices. *Preventive nutrition and food science*. 2014;19(2):108-114; https://doi.org/10.3746/pnf.2014.19.2.108.
- 11. Ucak I, Afreen M, Montesano D et al. Functional and Bioactive Properties of Peptides Derived from Marine Side Streams. *Mar Drugs*. 2021;19(2):71. https://doi.org/10.3390/md19020071.
- 12. Wu R, Wu C, Liu D, Yang X, Huang J, Zhang J, Liao B, He H, Li H. Overview of Antioxidant Peptides Derived from Marine Resources: The Sources, Characteristic, Purification, and Evaluation Methods. *Applied biochemistry and biotechnology*. 2015;176(7):1815-1833. https://doi.org/10.1007/s12010-015-1689-9.

Вклад авторов: Все авторы сделали эквивалентный вклад в написание рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: All authors have made an equivalent contribution to the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism and self-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):

Тихонова Наталья Валерьевна — профессор кафедры пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет; 620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45; e-mail: tihonov75@bk.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5841-1791;

Лазарев Владимир Александрович — доцент кафедры пищевой инженерии, Уральский государственный экономический университет; 620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45; e-mail: lazarev.eka@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2818-1208;

Тихонова Мария Сергеевна — студентка, Уральский государственный медицинский университет; 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3; e-mail: lazarev.eka@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7760-1427.

Information about the authors (excluding the contact person):

Natalia V. Tikhonova — Professor of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics; 62/45, 8 Marta / Narodnaya Volya str., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: ti-honov75@bk.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5841-1791;

Vladimir A. Lazarev — Associate Professor of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics62/45, 8 Marta / Narodnaya Volya str., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: lazarev.eka@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0470-7324;

Maria S. Tikhonova — Student, Ural State Medical University; 3, Repin st., Ekaterinburg, 620028, Russian Federation; e-mail: lazarev.eka@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7760-1427.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 31.08.2022; одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 19.10.2022; принята к публикации / accepted for publication: 21.10.2022

Обзорная статья / *Review article* УДК 664:577.117.3

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-69-76

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЛАНИНА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

THE USE OF MELANIN IN THE FOOD INDUSTRY

Елена А. Кадрицкая, аспирант **Марина Н. Школьникова,** доктор технических наук, доцент

Elena A. Kadritskaya, Graduate Student Marina N. Shkolnikova, Dr. Sci. (Technology), Associate Professor

Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

Контактное лицо: Школьникова Марина Николаевна, доктор технических наук, доцент, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет; 620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45;

e-mail: shkolnikova.m.n@mail.ru; тел.: 8 (3854) 43-53-05; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9146-6951.

Для цитирования: Кадрицкая Е.А., Школьникова М.Н. Применение меланина в пищевой промышленности // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 69-76. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-69-76.

Principal Contact: Marina N. Shkolnikova, Dr. Sci. (Technology), Associate Professor, Department of Food Technology, Ural State University of Economics; 62/45, 8 Marta / Narodnaya Volya str., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation;

e-mail: shkolnikova.m.n@mail.ru; tel.: +7 (3854) 43-53-05; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9146-6951.

For citation: Kadritskaya E.A., Shkolnikova M.N. The use of melanin in the food industry. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;19(3):69-76. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-69-76.

Резюме

Цель. Обосновать возможности применения природного меланина в пищевой промышленности на основе изучения его источников и свойств.

Обсуждение. Систематизированы источники меланина растительного, животного и микробного происхождения, некоторые из которых являются малопригодными для промышленного использования — чернила кальмара, сепии, семена арбуза и др., а чага березового гриба как источник меланина имеет длительное возобновление. Свойства меланина — защита от света, хелатирование ионов металлов, антибактериальная и антиоксидантная активность и др., обуславливают их использование в технологии продуктов питания и их первичной упаковке.

Заключение. Источники меланина разнообразны, однако промышленно значимыми являются растительное сырье и отходы его производства, в частности, лузга гречихи посевной. Несмотря на значительный объем лузги — более 65 тыс. т в год, ее использование на сегодняшний день крайне ограничено. Функциональные свойства, невысокая стоимость и доступность меланина из лузги гречихи открывают возможность для его применения в пищевой промышленности.

Ключевые слова: меланин, пищевые продукты, источники меланина

Abstract

Purpose. Substantiate the possibilities of using natural melanin in the food industry based on the study of its sources and properties.

Substantiation of the possibility of using natural melanin in the food industry based on the study of its sources and properties.

Discussion. Sources of melanin of plant, animal and microbial origin are systematized, some of which are unsuitable for industrial use – squid ink, sepia, watermelon seeds, etc., and birch fungus chaga as a source of melanin has a long renewal. The properties of melanin – protection from light, chelation of metal ions, antibacterial and antioxidant activity, etc., determine their use in food technology and their primary packaging.

Conclusion. Sources of melanin are diverse, but plant raw materials and waste products of its production, in particular, buckwheat husk, are industrially significant. Despite the significant volume of husk – more than 65 thousand tons per year, its use today is extremely limited. Functional properties, low cost and accessibility.

Keywords: melanin, foods, sources of melanin

Введение. В современных экономических условиях остро встает вопрос продовольственной независимости России за счет снижения не только продуктовой, но и технологической импортозависимости отечественного сельского хозяйства. По оценкам экспертов, решению задачи импортозамещения препятствует недостаточность инновационных технологий, в том числе переработки местных сырьевых ресурсов. В связи с этим актуально изучение источников пищевых добавок для использования их в пищевой промышленности, в частности, коричневого пигмента меланина, высокая физиологическая активность и функциональные свойства которого доказаны рядом многолетних исследований.

Меланины довольно реакционноспособны и обладают рядом сложных структурных и физико-химических свойств в дополнение к устойчивости и деградации. Они проявляют окислительно-восстановительную активность с переносом заряда и являются выдающимся стабильным радикалом, поглотителем свободных радикалов, хелатирующим агентом для ионов, проявляют связывающую способность в отношении различных биомолекул и органических агентов (лекарств, антибиотиков и других ксенобиотиков). Эти химические свойства делают меланины востребованными пигментами во многих отношениях (Hill HZ, 1992), поскольку они могут действовать как:

окислительно-восстановительные полимеры, буферизующие уровень других внутри-клеточных окислительно-восстановительных биомолекул внутри клетки;

поглотители радикалов для нейтрализации активных кислородсодержащих соединений; ионо-хелатирующий агент и, возможно, обменник; меланин способен хелатировать ионы металлов через свои карбоксилированные и фенольные гидроксильные группы, во многих случаях с высокой эффективностью; таким образом, он может служить для изоляции потенциально токсичных ионов металлов, защищая остальную часть клетки;

полимеры с сильной способностью связывать различные органические молекулы, ксенобиотики и ароматические и липофильные соединения;

защитный экран для герметизирующих и изолирующих структур, таких как споры грибов, укрепляющие клеточные стенки и экзокутикулы насекомых;

полупроводниковые материалы с высокой емкостью, используемые для нанотехнологических устройств.

Вместе с тем использование пищевого ингредиента меланина из различных сырьевых источников в пищевой промышленности ограничено недостаточной изученностью технологических свойств, что обусловило цель настоящей статьи: обосновать возможности применения природного меланина в пищевой промышленности на основе изучения его источников и свойств.

Обсуждение. Различают меланины растительного и животного происхождения, получаемые экстракцией сырья, в том числе с использованием ферментных препаратов, и микробного происхождения, получаемые химическим и микробиологическим синтезом. В таблице 1 обобщены и систематизированы сведения по источникам меланина.

Меланины животного и растительного происхождения различны по молекулярному составу и физико-химическим свойствам (Лях С.П. и др., 2007).

Как видно из приведенных в таблице 1 данных, источники меланина весьма разнообразны как по своей природе, так и по видам. Некоторые из них являются, на наш взгляд, малопригодными для промышленного использования — чернила кальмара, сепии, семена арбуза, кунжута и османтуса и др., хотя возможно их использование в технологии крафтовых продуктов питания.

Распространенным источником получения меланина служит чага березового гриба. Однако возобновление данного сырья в природных условиях является длительным процессом (Жорина Л.А. и др., 2006).

Также в качестве источника меланина могут рассматриваться различные виды растительного сырья и отходы его производства при условии, что полученный меланин, как и любой другой ингредиент, будет, во-первых, нетоксичным, то есть пригодным для употребления в качестве пищевого сырья; во-вторых, обеспечит некоторую питательную ценность организму, например, энергию и (или) питательные вещества.

Благодаря таким своим свойствам, как защита от света, хелатирование ионов металлов, антибактериальная и антиоксидантная активность, меланины находят все большее применение в пищевой промышленности, в частности, в технологии продуктов питания и их первичной упаковке.

В работе Кигіап NK и Bhat SG (2018) приведены экспериментальные данные по выделению меланина из грамотрицательной морской бактерии Vibrio alginolyticus и изучению образца меланина. Доказано отсутствие цитотоксичности у образца меланина. Приведены результаты, убедительно доказывающие фотозащитную способность меланина: так, его наличие в составе солнезащитного крема повышает значение солнцезащитного фактора SPF на 3,42 ед., что означает, что меланин поглощает 50-75% ультрафиолетового излучения. В эксперименте установлено, что, во-первых, образец меланина менее цитотоксичен, чем образцы, продуцируемые Escherichia coli или выделенные из растительного сырья. По мнению авторов, это может быть связано с цитопротекторными свойствами меланина, такими как очистка от радикалов и хелатный потенциал. Во-вторых, выделенный пигмент обладает высокой биоактивностью в отношении пищевых патогенов и может быть использован в пищевой промышленности.

Огарковым Б.Н. и Самусенок Л.В. описан способ получения пигмента-красителя из гречневой лузги, при этом выход красителя составляет 5,0-5,3 г из 50 г гречневой лузги, или 10,0-10,6%. Авторами показано, что предварительная обработка значительно повышает выход меланина. Предлагаемый способ позволяет получить коричневый пигмент-краситель из доступного растительного сырья с максимальным выходом пигмента, не используя при этом специального оборудования.

Таблица 1. Источники природных меланинов

Table 1. Sources of natural melanins

Происхождение сырья	Вид сырья
Origin of raw materials	Type of raw material
Растительное	Подсолнечник однолетний
Vegetable	Sunflower annual
	Семена арбуза
	Seeds of watermelon
	Гречиха посевная
	Buckwheat
	Каштан конский и посевной; Чай китайский; Виноград
	культурный; Семена черного кунжута; Облепиха крушино-
	видная; Орех грецкий; Боб садовый (конский боб); Семена
	османтуса душистого
	Horse chestnut and sowing; Chinese tea; Grapes cultivated;
	Black sesame seeds; Sea buckthorn; Walnut; Bean garden
	(horse bean); fragrant osmanthus seeds
Отходы растительного сырья	Лузга подсолнечника однолетнего
Waste of vegetable raw materials	Sunflower annual husk
v	Лузга гречихи посевной
	Buckwheat husk
	Листья черного риса
	Black rice leaves
	Выжимки винограда
	Grape pomace
	Выжимки свекольные
	Beet pomace
Грибы	Чага
Mushrooms	Chaga
	Трутовый гриб
	Polypore mushroom
	Плодовые тела древесного гриба Auricularia auricula
**	Bodies of the tree fungus Auricularia auricular
Каллусные и суспензионные	Культуры рода Nigella
культуры	Cultumas of the course Nicella
Callus and suspension cultures	Cultures of the genus Nigella
Животное	Чернила сепии Sepiella maindroni (эумеланин)
Animal	Sepia ink Sepiella maindroni (eumelanin)
	Чернила кальмара
Микроорганизмы (бактерии,	Squid ink Черный дрожжевой грибок Aureobasidium pullulans
грибы)	терпын дрожжевон грноок лигеооизшиш ришиш
Microorganisms (bacteria, fungi)	Black yeast Aureobasidium pullulans
G (2, J, J, J, J	Производственный штамм Bacillus thuringiensis
	Production strain of Bacillus thuringiensis
	Грибы Alternaria alternata (Fries) Keissler
	Mushrooms Alternaria alternata (Fries) Keissler
	musin coms the mark difficult (1 res) Ressier
	Дрожжевой гриб Cryptococcus neoformans

Таблица 2. Продолжение

Table 1. Continuation

Происхождение сырья	Вид сырья
Origin of raw materials	Type of raw material
	Рекомбинантный штамм Escherichia coli (кишечная палоч-
	ка), биосинтез из терозина
	Recombinant strain of Escherichia coli (E. coli), biosynthesis
	from terosin
	Морские актинобактерии, выделенные из морской губки
	Dendrilla nigra
	Marine actinobacteria isolated from the marine sponge
	Dendrilla nigra
	Морская бактерия Vibrio alginolyticus
	Marine bacterium Vibrio alginolyticus
	Дрожжи Saccharomyces neoformans
	Yeast Saccharomyces neoformans

По мнению авторов, пигмент можно использовать как пищевой краситель, однако технологические характеристики, такие как интенсивность цвета, светостойкость пигмента, устойчивость к изменению температуры, рН и др., в описании изобретения не приведены. Помимо этого пигмент может найти применение как лекарственный препарат в медицине, фармакологии и других отраслях (Огарков Б.Н. и Самусенок Л.В., 2003).

Кроме того, исследована возможность использования лузги гречихи посевной для получения функционального пищевого красителя меланина (Школьникова М.Н. и Кадрицкая Е.А., 2020). Показано, что лузга может быть использована для дальнейшей переработки с целью получения пищевого красителя меланина. Экспериментально установлена способность образца меланина связывать ионы меди: 1 г 0,5%-ного раствора экстракта меланина гречневой лузги связал 966,6 мг/мл меди, а антиоксидантная активность 1 г экстракта меланина соответствует, по АОА, 0,056 г рутина. Таким образом, выделенные из лузги гречихи водорастворимые образцы меланина могут использоваться как пищевые красители, а также как антиоксиданты и биосорбенты, что позволяет рекомендовать их в качестве функциональных пищевых ингредиентов в составе продуктов питания.

Высокую антиоксидантную активность продемонстрировали образцы меланина, выделенного из лузги подсолнечника (Грачева Н.В. и Желтобрюхов В.Ф., 2016).

Известно использование меланина в кондитерских изделиях. Так, пищевой пигмент-краситель был использован в десерте – креме из ягод жимолости – на кафедре технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета. Эмпирическим путем было установлено, что добавление пищевого пигмента-красителя в количестве 1,5 г на порцию готового десерта обеспечивает функциональность продукта в АОА. По органолептическим показателям крем получил высокую оценку благодаря хорошей консистенции, нежному приятному вкусу с незначительный привкусом гречихи и привлекательному цвету. Также крем с исследуемым пищевым пигментом-красителем по сравнению с контрольным образцом (кремом без добавления пищевого пигмента-красителя) имел повышенную АОА ($(0,15\pm0,01)$ против $(0,13\pm0,01)$ мг кверцетина на 1 г образца) и большее содержание клетчатки ($(0,565\pm0,01)$ против $(0,025\pm0,01)$ мг%). По утверждению авторов, добавление пищевого пигмента-красителя не только повышает АОА в десерте, но и обогащает его состав клетчаткой (Корпачева С.М. и др., 2021).

Кушнаренко Л.В. и Левочкиной Л.В. (2015) раскрыт способ получения гидролизата из шелухи гречихи – природного красителя на основе пигмента меланина, в качестве замены какао-порошка для пряничных и кондитерских изделий. По мнению авторов, полученный гидролизат может быть использован в производстве сухих сахаристых и белковых пищевых добавок для замены какао-порошка в отделочных полуфабрикатах для пряничных и мучных кондитерских изделий, однако примеров такого использования в описании изобретения не приведено.

В работе Алексеевой Т.Н. и ее коллег (2008) изучены технологические свойства пищевого красителя — образца растительного меланинового пигмента: определены его свето- и термостабильность, кислотоустойчивость и физико-химические свойства в процессе хранения безалкогольных напитков.

Известно использование в качестве пищевой кремнийсодержащей добавки в виде порошка (размер частиц менее 80 мкм составляет 85%), полученного из растительного сырья — шелухи гречихи, в качестве хелатирующего соединения катехинового типа используют иванчай (кипрей узколистный) (Полубояров Д.В. и др., 2014).

Заключение. Систематизация массива литературных данных по источникам меланина показала, что они разнообразны как по своей природе, так и по видам. В качестве источника меланина могут рассматриваться различные виды растительного сырья и отходы его производства, в частности, лузга гречихи посевной. При переработке зерна гречихи образуется значительное количество непригодной в пищу жесткой семенной оболочки (шелухи/лузги) — порядка 14-30% от массы зерна, что составляет более 65 тыс. т в год. Лузга гречихи окрашена в темно-коричневый цвет и состоит из грубых толстостенных клеток, образующих волокнистую структуру, где пигмент меланиновой природы локализован в наружных слоях клетчатой стенки. Благодаря химическому составу, невысокой стоимости и доступности лузга гречихи является перспективным сырьем для пищевой, фармацевтической и химической промышленности, хотя ее использование на сегодняшний день крайне ограничено.

Список источников

- 1. Алексеева Т.Н., Оганесянц Л.А., Красникова Е.В., Рудометова Н.В. Исследование растительного меланина как пищевого красителя для безалкогольных напитков // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 7. С. 40-43.
- 2. Грачева Н.В., Желтобрюхов В.Ф. Способ получения меланина из лузги подсолнечника и исследование его антиоксидантной активности // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19, № 15. С. 154-157.
- 3. Корпачева С.М., Чугунова О.В., Позняковский В.М. Использование порошка из лузги гречихи в рецептурах и технологиях производства бисквитного полуфабриката // Индустрия питания. 2021. Т. 6, № 4. С. 55-63.
- 4. Лях С.П., Булгак М.Л., Исаев А.Г. Астромеланин: лечебное средство для меланотерапии: книга посвящена 40-летию изучения антарктических чёрных дрожжей *Nadsoniella nigra* var. hesuelica и их меланопигмента АстроМеланина. Москва, 2007. 167 с.
- 5. Патент № 2281779 Российская Федерация, МПК А61К 36/28 (2006.01). Способ получения природного меланоидного антиоксиданта: № 2004134636/15: заявл. 26.11.2004: опубл. 20.08.2006 / Жорина Л.А., Кашеватская Р.Н., Иванов А.Л., Иванов В.Л. 6 с.

- 6. Патент № 2215761 Российская Федерация, МПК С09В 61/00 (2006.01). Способ получения пигмента-красителя из растительного сырья: № 2000116048/13: заявл. 19.06.2000: опубл. 10.11.2003 / Огарков Б.Н., Самусенок Л.В. 4 с.
- 7. Патент № 2545349 Российская Федерация, МПК А23J 1/12 (2006.01), А23J 3/14 (2006.01), А23J 3/32 (2006.01), А23J 3/34 (2006.01). Способ получения гидролизата из шелухи гречихи в качестве замены какао-порошка для пряничных и кондитерских изделий: № 2013154812/10: заявл. 10.12.2013: опубл. 27.03.2015 / Кушнаренко Л.В., Левочкина Л.В. 7 с.
- 8. Патент № 2528837 Российская Федерация, МПК A23L 1/304 (2006.01). Добавка из растительного сырья и способ ее получения: № 2013122490/13: заявл. 15.05.2013: опубл. 20.09.2014 / Полубояров Д.В., Макаров А.В., Киреева Н.М. 13 с.
- 9. Школьникова М.Н., Кадрицкая Е.А. Обоснование использования лузги гречихи для получения функциональных пищевых красителей // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2020. № 4. С. 22-28. https://doi.org/10.17586/2310-1164-2020-10-4-22-28.
- 10. Hill HZ. The function of melanin or six blind people examine an elephant // BioEssays. 1992. Vol. 14, iss. 1. P. 49-56. https://doi.org/10.1002/bies.950140111.
- 11. Kurian NK, Bhat SG. Food, cosmetic and biological applications of characterized DOPA-melanin from *Vibrio alginolyticus* strain BTKKS3 // Applied biological chemistry. 2018. № 61. P. 163-171. https://doi.org/10.1007/s13765-018-0343-y.

References

- 1. Alekseeva TN, Oganesyants LA, Krasnikova EV, Rudometova NV. Research of vegetative melanin as food dye for nonalcoholic beverages. *Khranenie i pererabotka selkhozsyria* = *Storage and processing of Farm Products*. 2008;(7):40-43. (In Russ.).
- 2. Gracheva NV, Zheltobryukhov VF. The method of obtaining melanin from sunflower husks and the study of its antioxidant activity. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta* = *Herald of Technological University*. 2016;19(15):154-157. (In Russ.).
- 3. Korpacheva SM, Chugunova OV, Poznyakovsky VM. Use of buckwheat hull powder in sponge cake semi-finished product formulations and production technology. *Industriya pitaniya = Food Industry*. 2021;6(4):55-63. (In Russ.).
- 4. Lyakh SP, Bulgak ML, Isaev AG. Astromelanin: a therapeutic agent for melanotherapy: the book is dedicated to the 40th anniversary of the study of the Antarctic black yeast Nadsoniella nigra var. hesuelica and their melanopigment AstroMelanin. Moscow, 2007. 167 p. (In Russ.).
- 5. Zhorina LA, Kashevatskaja RN, Ivanov AL, Ivanov VA. Method for preparing natural melanoid antioxidant. Patent RF, no. 2281779, 2006. (In Russ.).
- 6. Ogarkov BN, Samusenok LV. Method for preparing pigment-dye from vegetable raw. Patent RF, no. 2215761, 2003. (In Russ.).
- 7. Kushnarenko LV, Levochkina LV. Method for production of hydrolyzate of buckwheat husks as cocoa powder substitute for gingerbread and confectionery products. Patent RF, no. 2545349, 2015. (In Russ.).
- 8. Polubojarov DV, Makarov AV, Kireeva NM. Additive from plant raw material and method of its preparation. Patent RF, no. 2528837, 2014. (In Russ.).

- 9. Shkolnikova MN, Kadritskaya EA. Rationale for the use of buckwheat husk for the production of functional food colors. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO Seriia Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv = Scientific journal NRU ITMO. Series: Processes and Food Production Equipment.* 2020;(4):22-28. (In Russ.). https://doi.org/10.17586/2310-1164-2020-10-4-22-28.
- 10. Hill HZ. The function of melanin or six blind people examine an elephant. *BioEssays*. 1992;14(1):49-56. https://doi.org/10.1002/bies.950140111.
- 11. Kurian NK, Bhat SG. Food, cosmetic and biological applications of characterized DOPA-melanin from *Vibrio alginolyticus* strain BTKKS3. *Applied biological chemistry*. 2018;(61):163-171. https://doi.org/10.1007/s13765-018-0343-y.

Вклад авторов: Елена А. Кадрицкая: анализ и оформление результатов исследований, табличное представление результатов, написание первой версии статьи и подготовка рукописи; Марина Н. Школьникова: разработка концепции и дизайна исследования, формулировка результатов исследования и заключительных выводов, критический пересмотр статьи на предмет важного интеллектуального содержания. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: Elena A. Kadritskaya: analysis and design of research results, tabular presentation of results, writing the first version of the article and preparation of the manuscript; Marina N. Shkolnikova: development of the concept and design of the study, formulation of research results and final conclusions, critical revision of the article for important intellectual content. All authors participated equally in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

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

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

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Кадрицкая Елена Александровна — аспирант, Уральский государственный экономический университет; 620144, Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, д. 62/45; e-mail: ktk096@gmail.ru; тел.: 89617697358; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5126-6616.

Information about the authors (excluding the contact person):

Elena A. Kadritskaya – Graduate Student, Ural State University of Economics; 62/45, 8 Marta / Narodna-ya Volya str., Ekaterinburg, 620144, Russian Federation; e-mail: ktk096@gmail.ru; tel.: +79617697358; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5126-6616.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 09.08.2022; одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 14.10.2022; принята к публикации / accepted for publication: 17.10.2022

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ / RESEARCH ACTIVITY OF YOUNG SCIENTISTS

Hayчная статья / Original article УДК 637.521

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-19-77-86

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦИТРАТА КАЛЬЦИЯ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РУБЛЕНЫХ КОТЛЕТ

STUDY OF THE EFFECT OF CALCIUM CITRATE ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS AND AMINO ACID COMPOSITION OF CHOPPED CUTLETS

Владимир С. Гришин, кандидат сельскохозяйственных наук Павел С. Андреев-Чадаев, младший научный сотрудник Юлия Д. Гребенникова, младший научный сотрудник Елена Ю. Лазарева, младший научный сотрудник

Vladimir S. Grishin, PhD (Agriculture)
Pavel S. Andreev-Chadaev, Junior Researcher
Julia D. Grebennikova, Junior Researcher
Elena Y. Lazareva, Junior Researcher

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: Гришин Владимир Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: gnuniimmp@yandex.ru; тел.: 8 (8442) 39-35-66; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2874-6800.

Для цитирования: Гришин В.С., Андреев-Чадаев П.С., Гребенникова Ю.Д., Лазарева Е.Ю. Исследование влияния цитрата кальция на физико-химические показатели и аминокислотный состав рубленых котлет // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 19, № 3. С. 77-86. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-77-86.

Principal Contact: Vladimir V. Grishin, PhD (Agriculture), Senior 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: gnuniimmp@yandex.ru; tel.: +7 (8442) 39-35-66; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2874-6800.

For citation: Grishin V.S., Andreev-Chadaev P.S., Grebennikova J.D., Lazareva E.Y. Study of the effect of calcium citrate on the physical and chemical parameters and amino acid composition of chopped cutlets. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;19(3):77-86. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-19-77-86.

Резюме

Цель. Изучение возможности обогащения рубленых котлет из мяса птицы кальцием путем использования пищевой добавки Е 333(iii) цитрата кальция.

Материалы и методы. Объектом исследований выступили куриные рубленые полуфабрикаты (котлеты), вырабатываемые по ТУ 9214-009-42855891-2002 (ГОСТ 31936-2012). В качестве минерального обогатителя использовалась кальцийсодержащая пищевая добавка цитрат кальция (ГОСТ Р 54538-2011). Для определения оптимального количества внесения цитрата кальция были разработаны рецептуры рубленых куриных котлет без использования и с применением цитрата кальция в количестве 1,0 (опытный образец № 1) и 1,5% (опытный образец № 2) к массе сырья. При проведении исследований были использованы классические и современные методики анализа: содержание влаги в готовом продукте определяли по ГОСТ 33319-2015; количество белковых веществ — по ГОСТ 25011-2017; жира — по ГОСТ 23042-2015; содержание золы — по ГОСТ 31727-2012; содержание углеводов в пересчете на глюкозу — по ГОСТ 31470-2012; содержание кальция — по ГОСТ Р 55573-2013.

Результаты. Опытным путем было выявлено, что обогащение опытных образцов цитратом кальция благоприятно сказалось на содержании кальция в готовом продукте. Так, обогащение фарша на 1,0% поспособствовало увеличению содержания кальция на 40,60% по сравнению с контрольным образцом, а обогащение фарша на 1,5% — на 50,03% соответственно. В ходе проведенных исследований было установлено, что содержание незаменимых аминокислот в опытных образцах было незначительно выше, чем в контрольном: лизина — на 1,79 и 4,71%; фенилаланина — на 1,87 и 1,07%, гистидина — на 0,81 и 0,27%, лейцина и изолейцина — на 1,19 и 0,32%, метионина — на 1,80 и 0,90%, валина — на 0,36 и 0,90%, треонина — на 2,96 и 0,85%, триптофана — на 0,91 и 1,82% соответственно. Калорийность полученных котлет колебалась от 209,75 до 209,91 ккал.

Заключение. Установлено, что использование цитрата кальция позволяет существенно обогатить готовый продукт питания этим важным в метаболизме человека макроэлементом, а полученные при этом котлеты никак не отличаются по своим вкусовым качествам от обычных рубленых котлет. А невысокая калорийность приготовленных котлет идеально подходит для диетического питания и людей, ведущих здоровый образ жизни.

Ключевые слова: рубленые котлеты, куриные котлеты, обогащение, мясные полуфабрикаты, цитрат кальция

Abstract

Purpose. Studying the possibility of enriching poultry chopped cutlets with calcium by using the food additive E 333(iii) calcium citrate.

Materials and Methods. The object of research was chicken chopped semi-finished products (cutlets) produced according to TU 9214-009-42855891-2002 (GOST 31936-2012). The calcium-containing dietary supplement calcium citrate (GOST R 54538-2011) was used as a mineral concentrator. To determine the optimal amount of calcium citrate application, recipes for chopped chicken cutlets were developed without the use and with the use of calcium citrate in an amount of 1.0 (experienced no. 1) and 1.5% (experienced no. 2) by weight of raw materials. Classical and modern methods of analysis were used in the research: the moisture content in the finished product was determined according to GOST 33319-2015; the amount of protein substances – according to GOST 25011-2017; fat – according to GOST 23042-2015; ash content – according to GOST 31727-2012; the content of carbohydrates in terms of glucose – according to GOST 31470-2012; calcium content – according to GOST R 55573-2013.

Results. Experimentally, it was found that the enrichment of the prototypes with calcium citrate had a positive effect on the calcium content in the finished product. Thus, the enrichment of minced meat by 1.0% contributed to an increase in the calcium content by 40.60%, compared with the control

sample, and the enrichment of minced meat by 1.5% – by 50.03%, respectively. During the conducted studies, it was found that the content of essential amino acids in the experimental samples was slightly higher than in the control: lysine – by 1.79 and 4.71%, phenylalanine – by 1.87 and 1.07%, histidine – by 0.81 and 0.27%, leucine and isoleucine – by 1.19 and 0.32%, methionine – by 1.80 and 0.90%, valine – by 0.36 and 0.90%, threonine – by 2.96 and 0.85%, tryptophan – by 0.91 and 1.82%, respectively. The caloric content of the resulting cutlets ranged from 209.75 to 209.91 kcal. **Conclusion.** It has been established that the use of calcium citrate makes it possible to significantly enrich the finished food with this important macronutrient in human metabolism, and the resulting cutlets do not differ in their taste qualities from ordinary chopped cutlets. And the low calorie content of cooked cutlets is ideal for dietary nutrition and people leading a healthy lifestyle.

Keywords: chopped cutlets, chicken cutlets, enrichment, meat semi-finished products, calcium citrate

Введение. Как известно, здоровье населения страны зависит от большого количества факторов, важнейшими из которых являются потребляемые продукты питания. В настоящее время в нашей стране происходят глубокие качественные изменения структуры питания населения. Так, в частности, для граждан особую важность приобретает сбалансированность продуктов по большинству пищевых веществ, поскольку при технологической обработке и использовании неполноценного по химическому составу пищевого сырья человеческий организм не получает необходимое количество незаменимых компонентов, необходимых для правильного протекания метаболизма (Сулейменова Р.А. и др., 2017).

Важным трендом последних лет в питании людей является увеличение доли в рационе мясных полуфабрикатов. Так, куриное мясо является источником высококачественных, лег-коусвояемых белков и других питательных веществ. Стоит отметить, что именно мясо птицы способно обеспечивать полноценный баланс белка в организме (Асфондьярова И.В. и др., 2019).

Однако куриное мясо крайне бедно таким важным макроэлементом, как кальций. По данным ученых, на 100 г куриного филе приходится всего не более 5 мг данного элемента. Соли этого минерала участвуют в образовании костной и зубной ткани, а также оказывают влияние на работу кровеносной, нервной, иммунной и других важнейших систем организма (Зинина О.В. и др., 2019; Ренев Е.А. и Ренева Ю.А., 2020; Артемов Е.С. и др., 2020; Васильев А.С. и др., 2021). В связи с этим крайне важно избегать дефицита кальция и своевременно пополнять его запасы.

Одним из самых распространённых способов восполнения дефицита кальция является обогащение продуктов цитратом кальция, поскольку данное соединение отлично усваивается человеческим организмом (Naumova N et al., 2017; Zhumanova G et al., 2018; Patrakova IS et al., 2021; Stefanova I and Borisova V, 2022). Доступным источником кальция является яичная скорлупа. В сочетании с концентрированной лимонной кислотой измельченная яичная скорлупа легко превращается в цитрат кальция, который можно использовать как обогатительную добавку в производстве продуктов питания, в том числе мясных полуфабрикатов (Буяльская Н.П. и Музыченко Е.А., 2018; Чугунова О.В. и Пономарев А.С., 2020).

Поэтому целью нашей работы было изучение возможности обогащения кальцием куриных рубленых полуфабрикатов (котлет) путем использования цитрата кальция.

Материалы и методы. Экспериментальная работа, включающая выработку контрольного и опытных образцов рубленых котлет и проведение всех необходимых исследований,

осуществлялась в условиях комплексной аналитической лаборатории ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции. Объектом исследований выступили куриные рубленые полуфабрикаты (котлеты) (ТУ 9214-009-42855891-2002.) В качестве минерального обогатителя использовалась кальцийсодержащая добавка цитрат кальция (ГОСТ Р 54538-2011). Использование данной пищевой добавки было обусловлено тем, что цитрат кальция, в отличии от других форм кальция, не провоцирует образование камней в почках, обладает высокой биодоступностью, усваивается вне зависимости от степени кислотности желудочного сока. Стоит отметить также, что лимонная кислота и ее соли, согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, внесены в список безопасных для здоровья веществ с индексом AD1, то есть неограниченные в применении.

Важно отметить, что всасывание кальциевых добавок улучшается, если они принимаются вместе с пищей. Это происходит потому, что пища стимулирует желудочную секрецию и моторику, и пищевые источники кальция становятся более измельченными и растворимыми, так как растворимость солей кальция увеличивается в кислой среде желудка. В желудочно-кишечном тракте компоненты пищи (глюкоза, жирные кислоты, фосфор и оксалаты) связываются с кальцием, образуя комплексы (Буяльская Н.П. и Музыченко Е.А., 2018; Деева Н.С. и др., 2021).

Для определения оптимального количества внесения цитрата кальция исходили из нормы суточного потребления цитрата кальция для взрослых -800-1200 мг, и инструкции по применению добавки. Были разработаны рецептуры рубленых куриных котлет без использования и с применением цитрата кальция в количестве 1,0 или 0,48 г (опытный образец № 1) и 1,5% или 0,72 г (опытный образец № 2) к массе сырья. При разработке рецептур рубленых полуфабрикатов за основу были взяты куриные котлеты, вырабатываемые по ТУ 9214-009-42855891-2002.

Технологический процесс производства рубленых пулуфабрикатов состоял из следующих стадий: охлажденное сырье поступало на разделку, после чего происходил процесс обвалки и жиловки для последующего его измельчения на волчке диаметром 9-12 мм при приготовлении фарша. На основании рецептуры был изготовлен фарш, после чего была произведена формовка и панировка рубленых полуфабрикатов (котлет), которые готовы к упаковке и заморозке.

Химический анализ готовых рубленых котлет проводили по следующим методикам и ГОСТам: содержание влаги определяли по ГОСТ 33319-2015; содержание белковых веществ – по ГОСТ 25011-2017; содержание жира – по ГОСТ 23042-2015; содержание золы – по ГОСТ 31727-2012; содержание углеводов в пересчете на глюкозу – по ГОСТ 31470-2012; массовую долю хлористого натрия – по ГОСТ 9957-2015; содержание кальция – по ГОСТ Р 55573-2013; аминокислотный состав – согласно методике измерений массовой доли аминокислот методом КЭ на системе «Капель-105М»; расчет энергетической ценности проводили по формуле Александрова: $K=[C-(X+3)] \times 4,1+(X\times9,3)$, где K- калорийность мяса, ккал; K- количество сухого вещества, K- количество золы, K- количество жира, K-

Результаты и обсуждение. Согласно разработанной рецептуре были выработаны опытные образцы рубленых котлет с содержанием цитрата кальция 1,0 и 1,5% к массе сырья. Контрольный образец данной пищевой добавкой не обогащался. Физико-химические показатели готовых рубленых котлет из мяса птицы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели и энергетическая ценность рубленых котлет

Table 1. Physical and chemical parameters and energy value of chopped cutlets

	Наименование НД,	Образец		
Наименование показателей ка-	регламентирующая	Sample		
чества продукции по НД Name of product quality indicators according to normative documents	методику испытаний Name of the ND, regulating the test methodology	контрольный control	опытный № 1 experienced no. 1	опытный № 2 experienced no. 2
Массовая доля влаги, % Moisture content, %	ΓΟCT 33319-2015 GOST* 33319-2015	60,14	60,22	60,11
Массовая доля сухого вещества, % Moisture of dry matter, %	ГОСТ 33319-2015 GOST* 33319-2015	39,86	39,78	39,89
Maccoвая доля жира, % Mass fraction of fat, %	ΓΟCT 23042-2015 GOST* 23042-2015	11,42	11,39	11,35
Maccoвая доля общей золы, % Mass fraction of total ash, %	ΓΟCT 31727-2012 GOST* 31727-2012	1,66	1,58	1,60
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	ΓΟCT 25011-2017 GOST* 25011-2017	17,28	17,30	17,35
Массовая доля углеводов в пересчете на глюкозу, % Mass fraction of carbohydrates in terms of glucose, %	ГОСТ 31470-2012 GOST* 31470-2012	9,50	9,51	9,59
Массовая доля хлористого натрия, % Mass fraction of sodium chloride, %	ГОСТ 9957-2015 GOST* 9957-2015	0,95	0,87	0,91
Maccoвая доля кальций, мг/кг Mass fraction of calcium, mg / kg	ΓΟCT P 55573-2013 GOST R* 55573-2013	5,89	8,89	9,82
Калорийность, ккал Calorie content, kcal		209,90	209,75	209,91

Примечание / Note: *GOST – Russian National Standart

По результатам проведенных исследований было установлено, что по всем основным физико-химическим показателям приготовленные рубленые котлеты из мяса птицы соответствуют ГОСТ 31936-2012 «Полуфабрикаты из мяса и пищевых субпродуктов птицы». В более общем плане полученные данные говорят о том, что никаких принципиальных различий между образцами не установлено, а их незначительные значения были обусловлены в основном пределами допускаемой методикой абсолютной погрешности соответствующих анализов. Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что приготовленные рубленые котлеты из мяса птицы могут быть отнесены к категории полезных диетических блюд как для взрослого, так и детского питания. Калорийность полученных котлет колебалась от 209,75 до 209,91 ккал.

Важно отметить, что обогащение опытных образцов цитратом кальция благоприятно сказалось на содержании кальция в готовом продукте. Так, обогащение фарша на 1% поспособствовало увеличению содержания кальция на 40,60% по сравнению с контрольным об-

разцом, а обогащение фарша на 1,5% повысило его количество на 50,03% соответственно. При этом необходимо указать, что внесение в фарш цитрата кальция в указанных дозировках никак не сказалось на качестве готовых котлет.

Аминокислоты участвуют практически во всех жизненных процессах, протекающих в организме человека, они — те самые кирпичики, из которых строится белок. Каждая аминокислота играет важную роль и отвечает за определенную систему. В связи с этим мы провели аминокислотный анализ на системе капиллярного электрофореза «Капель-105М» (таблица 2).

Благодаря проведенным исследованиям нами были установлены незначительные различия между образцами рубленых котлет по аминокислотному составу, что соответствует допустимой погрешности системы «Капель-105М» ($\pm 5\%$). Так, содержание незаменимых аминокислот в опытных образцах было выше, чем в контрольном: лизина — на 1,79 и 4,71%; фенилаланина — на 1,87 и 1,07%, гистидина — на 0,81 и 0,27%, лейцина и изолейцина — на 1,19 и 0,32%, метионина — на 1,80 и 0,90%, валина — на 0,36 и 0,90%, треонина — на 2,96 и 0,85%, триптофана — на 0,91 и 1,82% соответственно.

Таблица 2. Аминокислотный состав образцов рубленых котлет, мг%

Table 2. Amino acid composition of chopped cutlet samples, mg%

Аминокислота Amino acid	Образец <i>Sample</i>			
	контрольный control	опытный № 1 experienced no. 1	опытный № 2 experienced no. 2	
Аргинин Arginine	550	567	559	
Лизин Lysine	830	845	870	
Тирозин <i>Tyrosine</i>	408	402	409	
Фенилаланин Phenylalanine	371	378	375	
Гистидин Histidine	368	371	369	
Лейцин+изолейцин Leucine + isoleusine	1255	1270	1259	
Метионин Methionine	331	337	334	
Валин Valine	550	552	555	
Пролин Proline	464	439	440	
Треонин Threonine	466	480	470	
Серин Serine	432	433	437	
Аланин Alanine	588	612	555	
Глицин Glycine	683	704	693	
Триптофан Tryptophan	218	220	222	

Заключение. Согласно полученным данным, было установлено, что использование цитрата кальция позволяет существенно обогатить готовый продукт питания этим важным в метаболизме человека макроэлементом, а полученные при этом котлеты никак не отличаются по своему качеству от обычных рубленых котлет. При этом стоит отметить, что полученные рубленые котлеты из мяса птицы содержали в своем составе все необходимые для человека незаменимые аминокислоты. Калорийность приготовленных котлет идеально подходит для диетического питания и людей, ведущих здоровый образ жизни.

Список источников

- 1. Артемов Е.С., Коротких А.Ф., Псарева Е.А. Разработки рубленых полуфабрикатов из мяса птицы обогащенного состава // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2020. № 2 (15). С. 83-89.
- 2. Асфондьярова И.В., Дубкова Н.В., Сагайдаковская Е.С. Разработка обогащенных Омега-3 мясных полуфабрикатов и рекомендации по их использованию в фитнес-индустрии // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8. № 2 (46). С. 99-103.
- 3. Буяльская Н.П., Музыченко Е.А. Использование кальцийсодержащих добавок в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения // Технические науки и технологии. 2018. № 1 (11). С. 168-177.
- 4. Васильев А.С., Чумакова Е.Н., Яковлева С.В., Фаринюк Ю.Т. Технология производства, разработка рецептуры и оценка качества рубленых полуфабрикатов с добавлением растительного сырья // Вестник КрасГАУ. 2021. № 8 (173). С. 167-175. https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-8-167-175.
- 5. Деева Н.С., Шабалдин А.В., Антонова Л.В. Роль нарушений обмена кальция в индукции иммунной гиперчувствительности при сердечно-сосудистых заболеваниях // Бюллетень сибирской медицины. 2021. Т. 20. № 3. С. 141-151. https://doi.org/10.20538/1682-0363-2021-3-141-151.
- 6. Зинина О.В., Гаврилова К.С., Позднякова М.А. Исследование рубленых полуфабрикатов из мяса цыплят-бройлеров, обогащенных мукой из непропаренной гречневой крупы // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2019. Т. 7, № 1. С. 31-39. https://doi.org/10.14529/food190104.
- 7. Ренев Е.А., Ренева Ю.А. Разработка рецептуры производства рубленых полуфабрикатов из мяса птицы // Пищевая промышленность. 2020. № 3. С. 39-41. https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10031.
- 8. Сулейменова Р.А., Калдыбай И.Е., Окусханова Э.К., Смольникова Ф.Х. Роль и польза куриного мяса в питании человека // Молодой ученый. 2017. № 2 (136). С. 252-257.
- 9. Чугунова О.В., Пономарев А.С. Разработка охлажденных мясных рубленных кулинарных изделий централизованного производства // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2020. Т. 9, № 4 (52). С. 112-116. https://doi.org/10.46548/21vek-2020-0951-0021.
- 10. Naumova N, Lukin A, Bitiutskikh K. Organoleptic evaluation of the quality of the enriched chopped semi-finished meat products // Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2017. Vol. 10(59), no. 2. P. 125-132.

- 11. Patrakova IS, Seregin SA, Gurinovich GV, Myshalova OM, Patshina MV, Sannikov PV. Cutlet formulas with spelt and thistle seeds flour balanced by amino acid composition // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 640 (2). Article number: 022027. https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022027.
- 12. Stefanova I, Borisova V. Using the flax seeds and the flax oil in the production of chopped semi-finished chicken meat products in order to enrich them with polyunsaturated fatty acids // Intelligent Biotechnologies of Natural and Synthetic Biologically Active Substances. 2022. Vol. 408. P. 191-199. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96641-6_23.
- 13. Zhumanova G, Rebezov M, Assenova B, Okuskhanova E. Prospects of using poultry by-products in the technology of chopped semi-finished products // International Journal of Engineering and Technology(UAE). 2018. Vol. 7, no. 3. P. 495-498. https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.34.19367.

References

- 1. Artemov ES, Korotkikh AF, Psareva EA. Development of chopped semi-finished products from poultry meat of enriched composition. *Tekhnologii i tovarovedenie sel'skohozyajst-vennoj produkcii = Technologies and commodity science of agricultural products*. 2020;15(2):83-89. (In Russ.).
- 2. Asfondyarova IV, Dubkova NV, Sagaidakovskaia ES. Development enriched with omega-3 meat products and recommendations for their use in the fitness industry. *XXI vek: itogi* proshlogo i problemy nastoyashchego plyus = XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus. 2019;46(2):8:99-103. (In Russ.).
- 3. Buialska NP, Muzychenko EA. Use of calcium-containing additives in the production of bakery products of functional purpose. *Technical sciences*. 2018;11(1):168-177. (In Russ.).
- 4. Vasiliev AS, Chumakova EN, Yakovleva SV, Farinyuk YuT. Production technology, recipe development and quality assessment of chopped semi-finished products with the addition of vegetable raw materials. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2021;173(8):167-175. (In Russ.). https://doi.org/10.36718/1819-4036-2021-8-167-175.
- 5. Deeva NS, Shabaldin AV, Antonova LV. The role of calcium metabolism disorders in induction of hypersensitivity in cardiovascular diseases. *Byulleten' sibirskoj mediciny = Bulletin of Siberian medicine*. 2021;20(3):141-151. (In Russ.). https://doi.org/10.20538/1682-0363-2021-3-141-151.
- 6. Zinina OV, Gavrilova KS, Pozdnyakova MA. Investigation of chopped semi-finished products made from the broiler chicken meat and enriched with raw buckwheat flour. Vestnik YuUrGU. Seriya «Pishchevye i biotekhnologii» = Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology. 2019;7(1):31-39. (In Russ.). https://doi.org/10.14529/food190104.
- 7. Renyov EA, Renyova YuA. Development of the compounding of production of chopped semi-finished products from fowl. *Pischevaya promyshlennost'* = *Food processing industry*. 2020;(3):39-41. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10031.
- 8. Suleimenova RA, Kaldybai IE, Okuskhanova EK, Smolnikova FH. The role and benefits of chicken meat in human nutrition. *Molodoj uchenyj = Young scientist.* 2017;136 (2):252-257. (In Russ.).
- 9. Chugunova OV, Ponomarev AS. Development of chilled meat chopped culinary products of centralized production. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus = XXI*

- *Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus.* 2020;52(4):9:112-116. (In Russ.). https://doi.org/10.46548/21vek-2020-0951-0021.
- 10. Naumova N, Lukin A, Bitiutskikh K. Organoleptic evaluation of the quality of the enriched chopped semi-finished meat products. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering.* 2017;10(59):2:125-132.
- 11. Patrakova IS, Seregin SA, Gurinovich GV, Myshalova OM, Patshina MV, Sannikov PV. Cutlet formulas with spelt and thistle seeds flour balanced by amino acid composition. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;640(2):022027. https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/2/022027.
- 12. Stefanova I, Borisova V. Using the flax seeds and the flax oil in the production of chopped semi-finished chicken meat products in order to enrich them with polyunsaturated fatty acids. *Intelligent Biotechnologies of Natural and Synthetic Biologically Active Substances*. 2022;(408):191-199. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96641-6_23.
- 13. Zhumanova G, Rebezov M, Assenova B, Okuskhanova E. Prospects of using poultry by-products in the technology of chopped semi-finished products. *International Journal of Engineering and Technology (UAE).* 2018;7(3):495-498. https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.34.19367.

Вклад авторов: Владимир С. Гришин осуществлял общее руководство и редакцию материала; Юлия Д. Гребенникова отвечала за приготовление образцов рубленых котлет; Павел С. Андреев-Чадаев и Елена Ю. Лазарева проводили комплекс лабораторных исследований. Все авторы внесли адекватный вклад в написании статьи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: Vladimir S. Grishin provided general management and editing of the material; Yulia D. Grebennikova was responsible for the preparation of chopped cutlet samples; Pavel S. Andreev-Chadaev and Elena Yu. Lazareva carried out a complex of laboratory studies. All authors contributed equally to the article and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

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

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

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Андреев-Чадаев Павел Сергеевич — младший научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;

e-mail: gnuniimmp@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2064-1409;

Гребенникова Юлия Дмитриевна — младший научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: gnuniimmp@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2051-2997;

Лазарева Елена Юрьевна — младший научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: gnuniimmp@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4931-3756.

Information about the authors (excluding the contact person):

Pavel S. Andreev-Chadaev – Junior 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: gnuniimmp@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2064-1409;

Julia D. Grebennikova – Junior 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: gnuniimmp@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2051-2997;

Elena Y. Lazareva – Junior 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: gnuniimmp@yandex.ru; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4931-3756.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted: 06.07.2022; одобрена после рецензирования / approved after reviewing: 16.09.2022; принята к публикации / accepted for publication: 19.09.2022

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, подрисуночные 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 подрисуночные 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:

Hayчная 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 <u>от 5 до 10</u> 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

Aim. 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 / Author's contribution

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

№ 3 (19), 2022

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; е-mail: api.niimmp@mail.ru
Официальный сайт учредителя: www.volniti.ucoz.ru

Официальный сайт редакции: www.api-niimmp.ru

Дата выхода: 10.05.2023.
Отпечатано Издательско-полиграфическим комплексом ГНУ НИИММП
Адрес типографии: 400066, Волгоградская обл., г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6. Формат $60x84^{1}/_{8}$.Тираж 500 экз. Заказ 12.

Цена свободная



AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Issue 3 (19), 2022

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: 10.05.2023.

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 12.

Free price

