

ISSN 2618-7353
DOI: 10.31208/2618-7353

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 2 (18)
2022

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**



Губернатор Волгоградской области Андрей Бочаров во исполнение указа Президента Российской Федерации о награждении государственными наградами вручил Орден Почёта академику РАН ГОРЛОВУ Ивану Федоровичу



**УКАЗ
ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**О награждении государственными наградами
Российской Федерации**

**За особые трудовые заслуги перед государством и народом
присвоить звание**

ОРДЕНОМ ПОЧЁТА

ГОРЛОВА Ивана Фёдоровича – главного научного сотрудника
федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции», Волгоградская область.



Президент
Российской Федерации

В. Путин

Москва, Кремль
20 января 2022 года
№ 16



**Коллектив ГНУ НИИММП поздравляет Ивана Фёдоровича
со столь высокой оценкой его научной и трудовой деятельности
и желает дальнейших профессиональных успехов, новых возможностей и побед!**

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

Научно-практический журнал

№ 2 (18), 2022

Волгоград

Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции
2022

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Research & Practice Journal

Issue 2 (18), 2022

Volgograd

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

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

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

ISSN 2618-7353
DOI: 10.31208/2618-7353

№ 2 (18), 2022

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

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 2 (18), 2022

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

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 2 (18), 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 Российской 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, научный руководитель ГНУ НИИММП, заведующий кафедрой ТПП ФГБОУ ВО ВолгГТУ.

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

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

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Issue 2 (18), 2022

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., doctor of agricultural sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, scientific supervisor of Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP), chairperson FPT VSTU.

Deputy Editor-in-Chief – Slozhenkina M.I., doctor of biological sciences, professor, correspondent member of RAS, director of Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP).

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

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

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

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Главный редактор – Горлов И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, председатель редакционного совета, научный руководитель ГНУ НИИММП

https://ru.wikipedia.org/wiki/Горлов,_Иван_Фёдорович

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

http://www.volniti.ucoz.ru/index/direktor_instituta/0-73

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

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Сергеев,_Валерий_Николаевич_\(технолог\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сергеев,_Валерий_Николаевич_(технолог))

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

Радчиков В.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (Беларусь)

<http://belniig.by/ru/laboratories>

Насамбаев Е.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир Хана (Казахстан)

<http://new.wkau.kz/index.php/ru/kafedra-ramy-biotekhnologiya-mal-zh-ne-baly-sharuashyly-y/95-akademiyaly-m-seler-zh-nindegi-bas-arma>

Койчуева М.Т., доктор экономических наук, профессор, Институт экономики им. ак. Дж. Алышбаева Национальной академии наук Кыргызской республики

<http://inec.kg/ob-institute/personalii>

Саката Р., доктор, профессор сельскохозяйственный наук, Институт ветеринарной медицины, Университет Азабу (Сагамихара, Канагава, Япония)

<https://www.scinapse.io/authors/2163343844>

Петрович М., доктор, Балканский научный центр РАЕН (Белград, Сербия)

https://www.raen-bnc.info/odeljenja_ru.php?grupa=биотехнология_и_технология&id=34&pagenumber=#porup1

Алиреза Сеидави, доктор, Иранский университет в Раште (провинция Гилан, Иран)

<http://ijas.iaurasht.ac.ir>

**INTERNATIONAL
EDITORIAL BOARD**

Editor-in-Chief – Gorlov I.F., doctor of agricultural sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, scientific supervisor of VRIMMP

Deputy Editor-in-Chief – Slozhenkina M.I., doctor of biological sciences, professor, correspondent member of RAS, director of VRIMMP

Sergeev V.N., doctor of technical sciences, professor, correspondent member of RAS, Academy of Food Safety

Panfilov V.A., doctor of technical sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Khramtsov A.G., doctor of technical sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, North-Caucasus Federal University

Titov E.I., doctor of technical sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State University of Food Production

Radchikov V.F., doctor of agricultural sciences, professor, Scientific-Practical Center of Belarus National Academy of Sciences on Animal Breeding (Belarus)

Nasambaev E.G., doctor of agricultural sciences, professor, Western-Kazakhstani Agrarian Technical University (Kazakhstan)

Koichueva M.T., doctor of economical sciences, professor, Institute of Economics named after ac. Dzh. Alyshbaev of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Sakata Ryoichi, doctor, professor of agricultural sciences, School of Veterinary Medicine, Azabu University (Sagamihara, Kanagawa, Japan)

Petrovich Milan, doctor, Balkan Centre of the Russian Academy of Natural Sciences (Belgrade, Serbia)

Alireza Seidavi, doctor, Islamic Azad University, Rasht Branch (Rasht, Iran)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

Федотова Г.В., доктор экономических наук, доцент, ГНУ НИИММП

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

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

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

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

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

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

Гиро Т.М., доктор технических наук, профессор, Саратовский ГАУ

EDITORIAL BOARD

Fedorov Yu.N., doctor of biological sciences, professor, correspondent member of RAS, All-Russian Research and Technological Institute of Biological industry

Miroshnikov S.A., doctor of biological sciences, professor, correspondent member of RAS, Orenburg State University

Hramova V.N., doctor of biological sciences, professor, Volgograd State Technical University

Duskaev G.K., doctor of biological sciences, professor of RAS, FRC of Biological Systems and Agrotechnologies of RAS

Mosolova N.I., doctor of biological sciences, VRIMMP

Komarova Z.B., doctor of agricultural sciences, associate professor, VRIMMP

Kaishev V.G., doctor of economical sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences

Fedotova G.V., doctor of economical sciences, associate professor, VRIMMP

Chamurliev N.G., doctor of agricultural sciences, professor, Volgograd State Agrarian University

Varakin A.T., doctor of agricultural sciences, professor, Volgograd State Agrarian University

Tikhonov S.L., doctor of technical sciences, professor, Ural State Economic University

Sycheva O.V., doctor of agricultural sciences, professor, Stavropol State Agrarian University

Shakhbazova O.P., doctor of biological sciences, associate professor, Don State Agrarian University

Natyrov A.K., doctor of agricultural sciences, professor, Kalmyk State University

Giro T.M., doctor of technical sciences, professor, Saratov State Agrarian University

СОДЕРЖАНИЕ /
CONTENT

**ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ /
INNOVATIVE DEVELOPMENTS**

- 9** Храмов А.Г. / *Khramtsov A.G.* Технологический прорыв аграрно-пищевых инноваций молочного дела на примере универсального сельхозсырья. Диафильтрация / *Technological breakthrough of the agrarian-and-food innovations in dairy case for example of universal agricultural raw materials. Diafiltration*

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

- 26** Чимидова Н.В., Моисейкина Л.Г., Болаев Б.К., Убушиева А.В. / *Chimidova N.V., Moiseikina L.G., Bolaev B.K., Ubushieva A.V.* Генетическая структура крупного рогатого скота разных пород по антигенным факторам крови / *Genetic structure of cattle of different breeds by antigenic blood factors*
- 37** Чамурлиев Н.Г., Шперов А.С., Шангераев Г.М., Манжосов В.И. / *Chamurliev N.G., Shperov A.S., Shangeraev H.M., Manzhosov V.I.* Весовой рост и убойные качества чистопородных и помесных баранчиков / *Weight growth and slaughter qualities of purebreed and crossbred lambs*

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

- 46** Радчиков В.Ф., Богданович Д.М., Бесараб Г.В. / *Radchikov V.F., Bogdanovich D.M., Besarab G.V.* Балансирование рационов молодняка крупного рогатого скота по протеину за счёт небелковых азотистых веществ / *Balancing the diets of young cattle by protein due to non-protein nitrogenous substances*
- 57** Убушаев Б.С., Мороз Н.Н., Харченко А.А., Горяев С.Б., Найминов Х.В. / *Ubushaev B.S., Moroz N.N., Kharchenko A.A., Goryaev S.B., Naiminov H.V.* Продуктивность кроликов при использовании в рационах кормления гидропонного зеленого корма / *Productivity of rabbits when used in rations hydroponic green fodder*

**ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ /
STORAGE AND PROCESSING OF FARM PRODUCTS**

- 67** Сивко А.Н., Данилов Ю.Д., Натыров А.К., Суходолова А.Г. / *Sivko A.N., Danilov Y.D., Natyrov A.K., Sukhodolova A.G.* Ветчина рубленая с добавлением лакту-

лозы и пищевой добавки «Глималаск» для геродиетического питания / *Chop ham with addition of lactulose and Glimalask food additive for gerodietic nutrition*

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ /
RESEARCH ACTIVITY OF YOUNG SCIENTISTS

79 Княжеченко О.А., Пилипенко Д.Н. / *Knyazhechenko O.A., Pilipenko D.N.* Изучение органолептических и физико-химических свойств сыровяленых продуктов из мяса кролика / *Study of organoleptic, physical and chemical properties of dry-jered products from rabbit meat*

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ /
INNOVATIVE DEVELOPMENTS

Обзорная статья / *Review article*

УДК 637.1

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-18-9-25

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ
АГРАРНО-ПИЩЕВЫХ ИННОВАЦИЙ МОЛОЧНОГО ДЕЛА
НА ПРИМЕРЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СЕЛЬХОЗСЫРЬЯ.

Диафильтрация

**TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH OF THE AGRARIAN-AND-FOOD
INNOVATIONS IN DAIRY CASE FOR EXAMPLE OF UNIVERSAL
AGRICULTURAL RAW MATERIALS.**

Diafiltration

Андрей Г. Храмцов, доктор технических наук, профессор, академик РАН

Andrey G. Khramtsov, doctor of technical sciences, professor, academician of RAS

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

Контактное лицо: Храмцов Андрей Георгиевич, доктор технических наук, профессор, академик РАН, профессор-консультант кафедры прикладной биотехнологии Института живых систем, Северо-Кавказский федеральный университет; 355009, Россия, Ставрополь, ул. Пушкина, д. 1; e-mail: akhramtsov@ncfu.ru; тел.: 89624477823; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5188-4657>.

Формат цитирования: Храмцов А.Г. Технологический прорыв аграрно-пищевых инноваций молочного дела на примере универсального сельхозсырья. Диафильтрация // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 9-25. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-9-25>.

Principal Contact: Andrey G. Khramtsov, Dr Technical Sci., Professor, Academician of RAS, Professor-consultant of the Department of Applied Biotechnology, Institute of Life Science, North-Caucasus Federal University; 1, Pushkin st., Stavropol, 355009, Russian Federation; e-mail: akhramtsov@ncfu.ru; tel.: +79624477823; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5188-4657>.

How to cite this article: Khramtsov A.G. Technological breakthrough of the agrarian-and-food innovations in dairy case for example of universal agricultural raw materials. Diafiltration. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):9-25. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-9-25>.

Резюме

Цель. Рассмотрение диафильтрации как процесса мембранной технологии (МТ) для молекулярно-ситового разделения концентратов молочной сыворотки.

Обсуждение. Диафильтрация обеспечивает получение деминерализованной молочной сыворотки, изолятов сывороточного белка и высококачественной лактозы. Процесс истинной диафильтрации пока практически малоизвестен и не масштабирован в молочной отрасли

пищевой индустрии АПК. Он не нашел своего места в систематологии мембранных технологий. Теоретически диафильтрация может быть реализована в Технологической Платформе производства концентратов сывороточных белков (80% и изоляты), деминерализованной сыворотки (уровень 50%) и высококачественной лактозы (пищевая и фармакопейная). В молочной промышленности России в настоящее время диафильтрация используется на практике эпизодически. Диафильтрация специфична для вида каждого концентрата (ретентата) – микрофильтрата, ультрафильтрата, нанофильтрата и даже обратного осмоса, а также концентрированной традиционными способами (выпаривание) молочной сыворотки. Например, диафильтрация нанофильтрата с разбавлением «чистой водой» НФ концентрата (реверс обратного осмоса) снижает зольность до 50% с удалением части органических кислот и низкомолекулярного азота. Диафильтрация достаточно широко масштабирована в молочной промышленности мира при получении белковых концентратов из молочной сыворотки – КСБ 80 и 90%.

Заключение. Диафильтрация должна рассматриваться как дополнительный пакет к микрофильтрации, ультрафильтрации и особенно (идеал) нанофильтрации для направленного и управляемого регулирования содержания низкомолекулярных соединений в концентратах (ретентатах) МТ (минералы, азотсодержащие и кислоты), при необходимости для готовой продукции.

Ключевые слова: диафильтрация, молочная сыворотка, диафильтраты, технологический модуль диафильтрации

Abstract

Aim. Consideration of diafiltration as a membrane technology (MT) process for molecular-sieve separation of whey concentrates.

Discussion. Diafiltration provides the production of demineralized whey, whey protein isolates and high-quality lactose. The process of true diafiltration is still almost unknown and is not scaled up in the dairy industry of the food industry of the agro-industrial complex. It has not found its place in the systematology of membrane technologies. Theoretically, diafiltration can be implemented in a Technological Platform for the production of whey protein concentrates (80% and isolates), demineralized whey (50% level) and high-quality lactose (food and pharmacopoeia). In the Russian dairy industry, diafiltration is currently used in practice sporadically. Diafiltration is specific to the type of each concentrate (retentate) – microfiltrate, ultrafiltrate, nanofiltrate and even reverse osmosis, as well as concentrated by traditional methods (evaporation) of whey. For example, diafiltration of nanofiltrate with dilution with "pure water" of NF concentrate (reverse osmosis) reduces ash content by up to 50% with the removal of some organic acids and low molecular nitrogen. Diafiltration is quite widely scaled in the dairy industry of the world in the production of protein concentrates from whey – CSB 80 and 90%.

Conclusion. Diafiltration should be considered as a complementary package to microfiltration, ultrafiltration and especially (ideal) nanofiltration for targeted and controlled control of the content of low molecular weight compounds in concentrates (retentates) MT (minerals, nitrogenous and acids), if necessary for finished products.

Keywords: diafiltration, whey, diafiltrate, technological module of diafiltration

Введение. Диафильтрация как процесс мембранной технологии (МТ) для молекулярно-ситового разделения компонентов молочной сыворотки (универсального сельскохозяйственного сырья по академику Н.Н. Липатову [1]) может рассматриваться в качестве «гадкого утен-

ка» (разбавление водой) с его превращением в прекрасного «лебедя» (изоляты сывороточного белка, деминерализованная сыворотка и высококачественная лактоза). Именно это является целевым содержанием настоящей статьи, которая позиционируется с точки зрения аграрно-пищевых инноваций, как постановка проблемы в ракурсе Технологического Прорыва.

Процесс диафильтрации пока практически малоизвестен и не масштабирован в молочной отрасли пищевой индустрии АПК. Он не нашел своего места в систематологии мембранных технологий даже в классической монографии профессора А. Тамима [2]. Правда, в тексте автор (А. Тамим) трижды упоминает, приводя краткую информацию, диафильтрацию как способ повышения качества получаемой с использованием МТ продукции. В том числе отдельный раздел имеется в МТ по молочной сыворотке. Нет упоминания о диафильтрации в фундаментальном справочнике по молочной сыворотке [3] – значит не пришло еще время. Это же имеет место (нет основания) в монографиях по лактозе и ее производным [4], феномене и новациям «спрятанного и найденного сокровища» – молочной сыворотки [5, 6]. Однако следует отметить, что о диафильтрации как частном случае ультрафильтрации с разбавлением водой концентрата (ретентата) и повторении процесса все же было упомянуто [7]. Кроме того, в 90-е годы XX столетия в Украинском НИИ мясомолочной промышленности Минмясомолпрома СССР (г. Киев) академик Г.А. Ересько с сотрудниками продолжительное время занимались изучением диафильтрации молочного сырья (в т.ч. и молочной сыворотки) для получения «чистых» белковых продуктов. К сожалению, работа не получила практической реализации.

В молочной промышленности России (по имеющейся в нашем распоряжении информации) в настоящее время диафильтрация используется на практике эпизодически, а постоянно лишь на нескольких предприятиях [8].

Системные, целенаправленные исследования (теория и практика) по диафильтрации пока не проводятся. Поиск ведется спонтанно на практике и энтузиастами. Принципиальную постановку вопроса эффективных МТ для глубокой переработки молочного сырья и вторичных ресурсов (ОВ – молочная сыворотка, как проблема отрасли) нам оставил академик РАН В.Д. Харитонов [9]. Он указывает, что ценовые объемы базовых молочных продуктов из молочной сыворотки: сывороточные белковые концентраты, изоляты и микропартикуляты; лактоза; лактулоза; БАВ, имеют высокую добавленную стоимость и могут быть получены только «глубокой переработкой» на молекулярном уровне с применением МТ. В СКФУ творческим коллективом профессора И.А. Евдокимова диафильтрация рассматривается в Технологической Платформе производства концентратов сывороточных белков (80% и изоляты), деминерализованной сыворотки (уровень 50% и выше), а так же высококачественной лактозы (пищевая и фармакопейная) [10-12]. На рисунке 1 приведена схема производства белковых концентратов из молочной сыворотки с использованием МТ, в т.ч. диафильтрации.

Практическая реализация диафильтрации масштабирована творческим коллективом профессоров А.Н. Пономарева и Е.И. Мельниковой (фирма «Молвест») в аспекте законченного технологического цикла переработки молочной сыворотки с получением линейки белковых концентратов и сухого пермеата [13, 14].

Интересные решения по комплексу аппаратного оформления МТ с использованием системы «Полишер» и установок семейства «Водопад ...» предлагает известный в отрасли профессор В.А. Лялин [15]. Комплекс позволяет получать «КСБ-80» (естественно, с диафильтрацией) и имеет блок подготовки (очистки) воды. Одна из установок показана на рисунке 2.

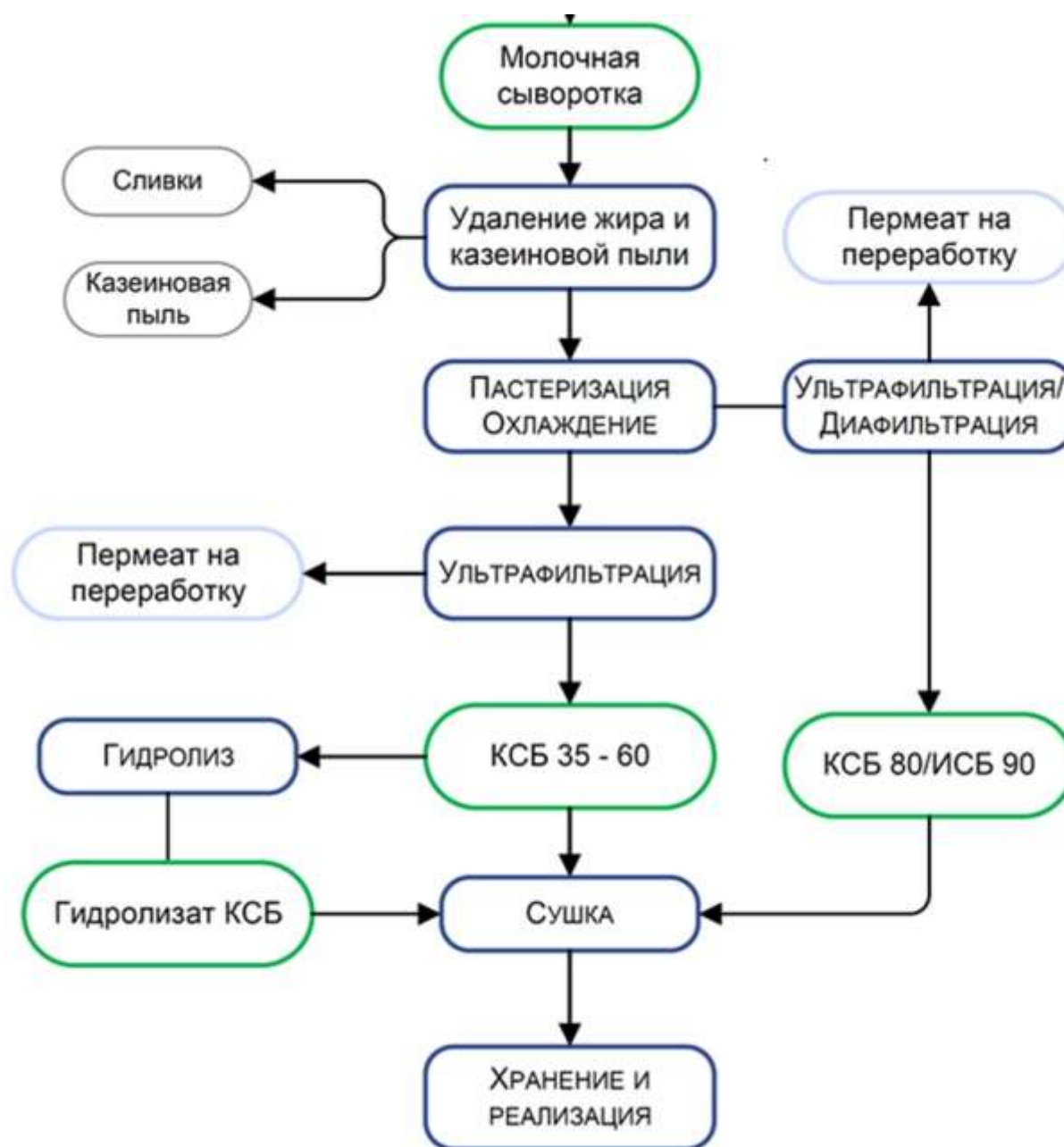


Рисунок 1. Логистическая схема производства белковых концентратов из молочной сыворотки методами МТ

Figure 1. Logistics scheme for the production of protein concentrates from whey by MT methods



Рисунок 2. Общий вид установки МТ семейства «Водопад»

Figure 2. General view of the MT installation of the "Waterfall" family

Систему МТ для молочной промышленности предлагает АО «НПК МЕДИАНА-ФИЛЬТР». Для получения высококачественного белкового концентрата с удалением лактозы и минеральных солей используется диафильтрация [16, 17].

Зарубежная информация по диафильтрации достаточно обширна и конкретна. Например, диафильтрация, совмещенная с нанофильтрацией (нанодиафильтрация), рассмотрена как метод удаления молочной кислоты из кислой (для нас творожной) сыворотки в исследованиях Chandrapala et al. [18]. Оптимизация ультрафильтрации с диафильтрацией рассмотрена применительно к подсырной сыворотке для производства напитков [19] и сывороточных белков [20].

Аппаратурное оформление и сопровождение процесса диафильтрации рассматривается в ореоле МФ, УФ и НФ с выделением отдельного пакета, возможностью смены мембран и системы обеспечения, а также др. новациями, в основном «ноу-хау» машиностроителей.

Нами предпринята попытка рассмотреть процесс мембранной технологии на примере диафильтрации применительно к молочной сыворотке, как универсальному сельскохозяйственному сырью.

Объекты и методология познания.

В качестве объектов для исследований процесса диафильтрации практически могут быть использованы все виды концентратов (ретентатов) МТ, а также (возможно) специально сгущенная молочная сыворотка. Среднестатистический состав концентратов (ретентатов) МТ, по имеющейся информации [21], показан в таблице 1.

Таблица 1. Среднестатистический состав концентратов (ретентатов) МТ для диафильтрации
Table 1. Average composition of MT concentrates for diafiltration

| Продукт <i>Product</i> | Сухие вещества <i>Dry matters</i> | Белок <i>Protein</i> | Лактоза <i>Lactose</i> | Жир <i>Fat</i> | Зола <i>Ash</i> |
|--|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------|
| Цельное молоко <i>Whole milk</i> | 23,75 | 8,48 | 4,91 | 9,1 | 1,25 |
| Обезжиренное молоко <i>Skimmed milk</i> | 22,75 | 15,0 | 4,34 | следы | 0,47 |
| Пахта <i>Buttermilk</i> | 20,5 | 12,5 | 5,79 | 1,6 | 0,96 |
| Молочная сыворотка <i>Whey</i> | 18,0 | 12,5 | 4,5 | – | 0,6 |

Что касается концентратов сгущенной молочной сыворотки для диафильтрации с целью направленного и управляемого регулирования ее минерального состава и кислотности, то, видимо, следует принять возможность применения всех известных шести видов (13, 20, 30, 40, 60 и 75% сухих веществ) с разведением (кроме 13 и 20%) до желательной концентрации на уровне 20%. Последующая диафильтрация обеспечивает снижение зольности исходного концентрата до 50%.

Методология познания, учитывая обзорно-постановочный характер настоящей статьи проблемно-ориентированного назначения для новой генерации профессионалов отрасли, включает когнитивную (осмысление) и конвергентную (совмещение) составляющие. Они реализованы в иллюстрациях и тексте для мотивации использования диафильтрации в исследованиях наноуровня и практике в качестве технологического модуля (пакета) управления качеством готового продукта.

Методы исследований включали общепринятые в отрасли (сухие вещества, лактоза, молочный жир, белковые соединения, минеральный комплекс, активная и титруемая кислотности), а также специфические, описанные ранее [22]. Математическая (статистическая) обработка результатов исследований для оценки достоверности получаемых результатов проводилась в соответствии с методическими указаниями [23].

Прослеживаемость и безопасность получаемых продуктов в логистике проводимых исследований и опытно-промышленных испытаний осуществлялась в соответствии с принятыми в настоящее время нормативами [24, 25].

Обсуждение. Процесс диафильтрации по своей функции (размеру пор мембран – от 0,3 нм до 10 мкм, давлению – от 0,1 до 6,0 МПа, виду материала мембран – полисульфонамид, полиэфирсульфан, полипиперазинамид, керамика и отсечению – от 100 Да до 500 кДа) в настоящее время теоретически рассматривается и практически осуществляется аналогично микрофильтрации [26, 27], ультрафильтрации [28] и нанофильтрации [22]. На рисунке 3 показаны периодический и непрерывный процессы диафильтрации (по А. Тамиму [2]) с некоторым уточнением и развитием в рамках темы настоящей статьи.

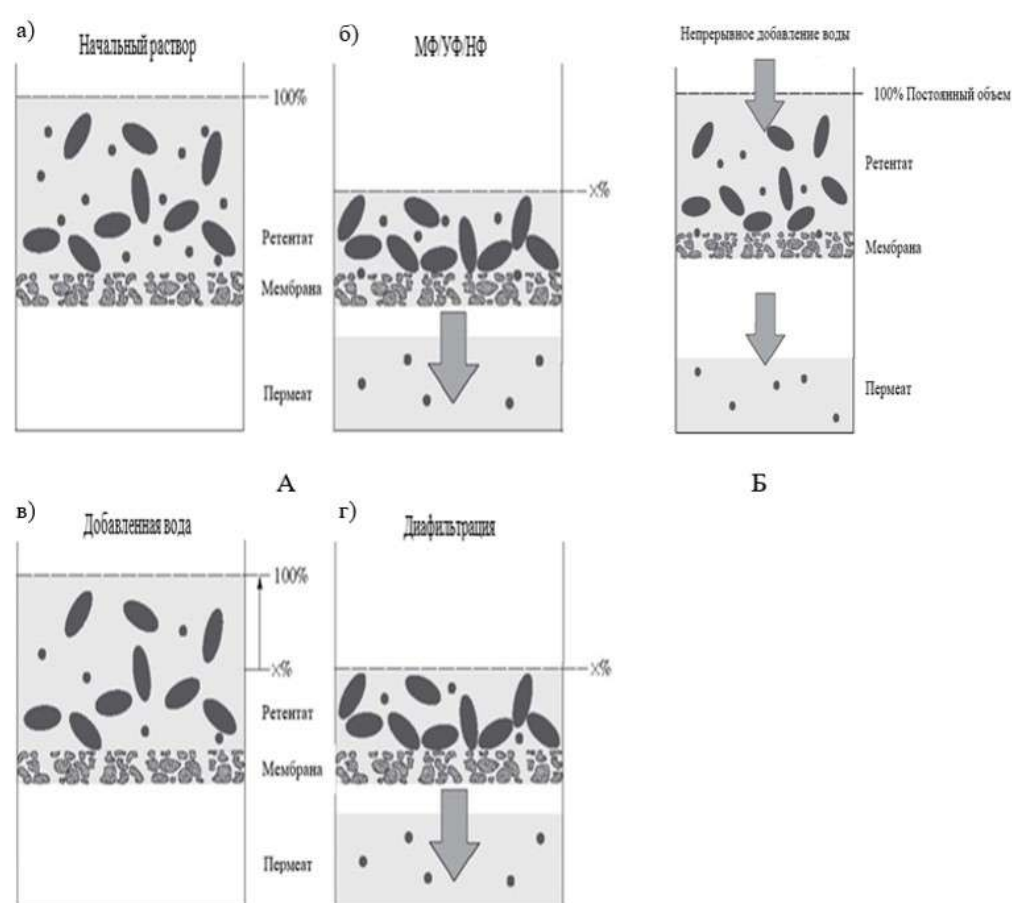


Рисунок 3. Периодический и непрерывный процессы диафильтрации по А. Тамиму:

А – периодическая диафильтрация с переменным объемом: а) начальный раствор; б) МФ/УФ/НФ-процесс до заданного объема, $x\%$; в) добавление воды до исходного объема; г) диафильтрация (ДФ-процесс);

Б – непрерывная диафильтрация с постоянным объемом

Figure 3. Periodic and continuous diafiltration processes according to A. Tamim:

A – periodic diafiltration with variable volume: a) initial solution;

b) MF/UF/NF-process to a given volume, $x\%$; v) addition of water to the initial volume;

g) diafiltration (DF-process);

B – continuous diafiltration with constant volume

Имеются установки для МТ, которые совмещают диафильтрацию с известными видами молекулярно-ситового разделения молочной сыворотки – МФ, УФ, НФ [22, 26-29].

Однако в действительности диафильтрация специфична для каждого вида концентрата (ретентата) – микрофильтрата, ультрафильтрата, нанофильтрата и обратного осмоса (МФ, УФ, НФ, ОО), а также концентрированной традиционными способами (выпариванием) молочной сыворотки. На рисунке 4 линейки МТ (МФ, УФ, НФ, ОО) эта специфика показана

отдельным блоком ДФ во всей возможной гамме происходящих процессов молекулярно-ситового разделения применительно к компонентам молочной сыворотки [5].

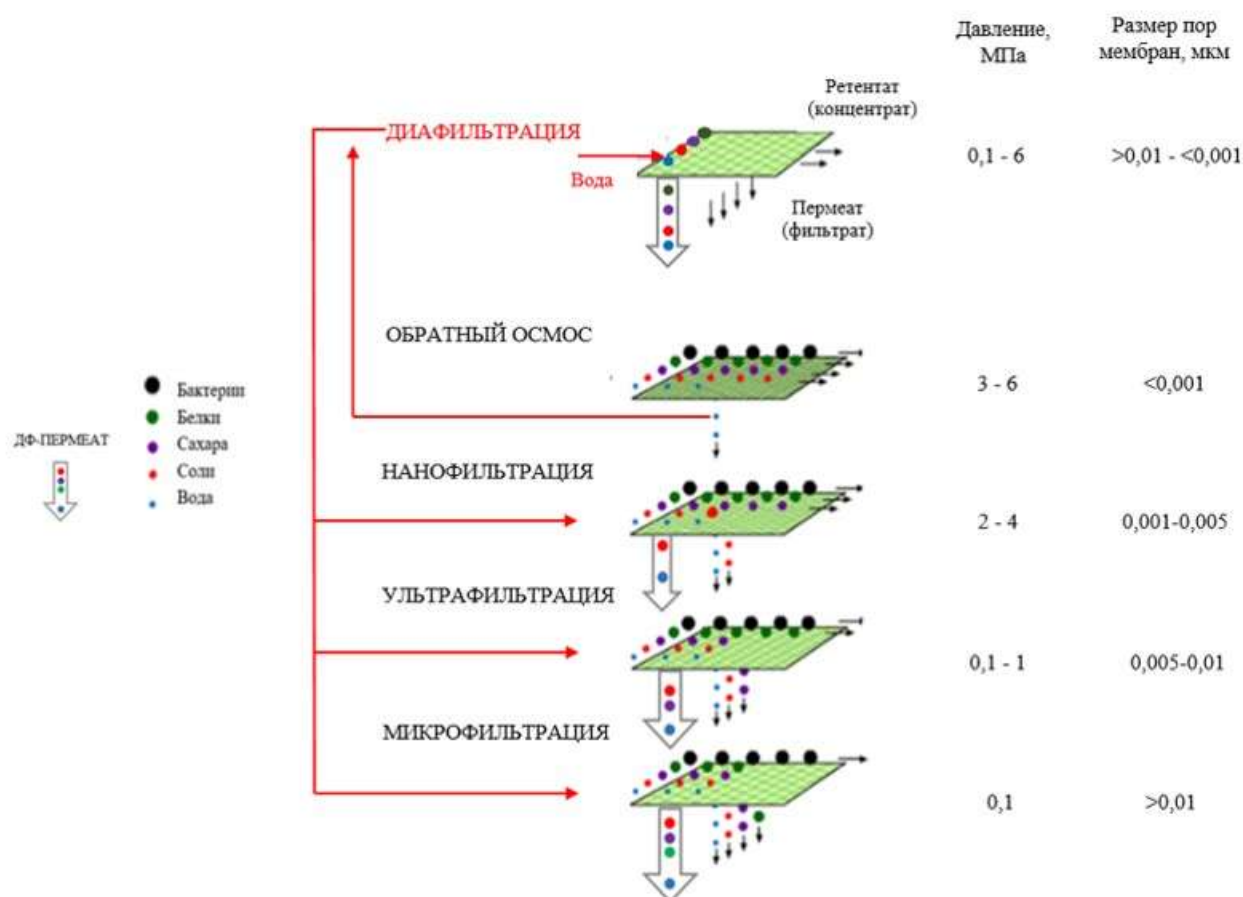


Рисунок 4. Логистическая схема гибридизации МТ (МФ, УФ, НФ, ОО) с диафилтрацией (ДФ)

Figure 4. Logistic scheme of hybridization of MT (MF, UV, NF, OO) with diafiltration (DF)

Содержательная часть термина «гибридизации» МТ (МФ, УФ, НФ, ОО и сгущение) с пакетом диафилтрации достаточно подробно освещена в докладах проф. И.А. Евдокимова в Совете Федерации РФ и Отделении сельхознаук РАН [29, 30].

В сравнительных пилотных исследованиях [31] было показано, что совмещение диафилтрации с нанофилтрацией и электродиализом обеспечивает самое глубокое удаление минералов и молочной кислоты.

В систематизированном виде, с учетом имеющейся информации, ниже излагается подборка по возможным направлениям диафилтрации в технологическом цикле молочного дела Отечества применительно к объекту статьи – молочной сыворотке.

1. Прежде всего, с учетом фактуры состояния промышленной фабрикации молочной сыворотки в сухой продукт с явно выраженной тенденцией по деминерализации, остановимся на возможности использования диафилтрации для направленного и управляемого снижения зольности.

При этом нужно иметь в виду, что нанофилтрация молочной сыворотки, очищенной от казеиновой пыли и молочного жира сепарированием или микрофилтрацией (предпочтительна, т.к. обеспечивает одновременно санацию с возможным исключением последующей пастеризации), обеспечивает частичное удаление в НФ-фильтрат (пермеат) до 20% минеральных солей (зольность). Последующая диафилтрация с разбавлением «чистой водой» НФ концентрата (реверс обратного осмоса) снижает зольность до 50% с удалением части органических кислот (например, молочной) и низкомолекулярного азота (мочевина, креатинины и др.). В таблице 2 приведена выборка состава сухой молочной сыворотки (на примере подсырной) без мембранной обработки, после нанофилтрации (20%) и диафилтрации (50%), а также творожной (70%).

Таблица 2. Органолептические и физико-химические показатели сыворотки молочной сухой
Table 2. Organoleptic and physic-chemical parameters of dry milk serum

| Показатель <i>Indicator</i> | Сыворотка <i>Whey</i> | | |
|---|--|---|-----|
| | подсырная распылительной сушки <i>cheese whey of spray drying</i> | творожная распылительной сушки <i>curd whey of spray drying</i> | |
| Вкус и запах <i>Taste and smell</i> | Сладковато-солончатый; слегка кисловатый, без наличия посторонних привкусов и запахов <i>Sweetish-salty; slightly sour, free of foreign taste and smell</i> | | |
| Консистенция <i>Consistency</i> | Сухой мелко распыленный гигроскопический порошок при распылительной сушке и сухой порошок из измельченных комочков при пленочной сушке. Допускается незначительное количество плотных комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии <i>Dry small sprayed hygroscopic powder when spray drying and dry powder from crushed lumps when film drying. A small amount of dense lumps is allowed, easily crumbling under mechanical action</i> | | |
| Цвет <i>Color</i> | от белого до желтого <i>from white to yellow</i> | | |
| Массовая доля сухих веществ, %, не менее <i>Mass fraction of dry matters, %, not less than</i> | 95 | 95 | |
| в том числе лактозы, %, не менее <i>including lactose, %, not less than</i> | 45 | 45 | |
| Кислотность сыворотки, восстановленной до массовой доли сухих веществ 6,5%, °Т, не более <i>Acidity of whey, reconstituted to a mass frac- tion of dry matters 6.5%, °T, not more than</i> | 20 | 75 | |
| Растворимость, мл сырого осадка, не более <i>Solubility, ml of raw sediment, not more than</i> | 0,8 | 0,8 | |
| Массовая доля солей олова в пересчете на олово, %, не более <i>Mass fraction of tin salts in terms of tin,%, not more than</i> | 0,01 | 0,01 | |
| Массовая доля солей меди в пересчете на медь, %, не более <i>Mass fraction of copper salts in terms of copper,%, not more than</i> | 0,0008 | 0,0008 | |
| Наличие солей свинца <i>Presence of lead salts</i> | Не допускается <i>Not allowed</i> | | |
| Показатель <i>Indicator</i> | Значение показателей для сыворотки деминерализованной <i>Indicators value for demineralized whey</i> | | |
| | подсырной с уровнем деминерализации <i>cheese whey with a level of demineralization</i> | творожной с уровнем деминерализации <i>curd whey with a level of demineralization</i> | |
| | 20% | 50% | 70% |
| Массовая доля влаги, %, не более <i>Mass fraction of moisture, %, not more than</i> | 5,0 | 3,0 | 3,0 |
| Массовая доля золы, %, не более <i>Mass fraction of ash, %, not more than</i> | 7,2 | 4,5 | 3,8 |
| Титруемая кислотность, °Т, не более <i>Titrated acidity, °T, not more than</i> | 25 | 20 | 40 |
| Индекс растворимости, см ³ сырого осадка, не более <i>Solubility index, cm³ of raw sediment, not more than</i> | 0,3 | | 0,5 |

Сравнивая данные, приведенные в таблице 2, с известным составом сухой молочной сыворотки распылительной сушки следует обратить внимание на зольность и индекс растворимости. Все показатели в пользу деминерализации, что приближает продукт к составу молока-сырья и дает основание для широкомасштабного использования его в технологии традиционных и инновационных изделий функционального назначения. Именно это следует из перечня некоторых показателей (таблица 3) по пищевой и энергетической ценности сыворотки молочной деминерализованной сухой.

Таблица 3. Пищевая и энергетическая ценность сыворотки молочной деминерализованной сухой

Table 3. Nutritional and energy value of demineralized dry whey

| Вид сыворотки <i>Type of whey</i> | Содержание в 100 г, г <i>Content in 100 g, g</i> | | | |
|--|---|--------------------------|----------------------------------|---|
| | жиры <i>fats</i> | белки <i>proteins</i> | углеводы <i>carbohydrates</i> | энергетическая ценность, ккал <i>energy value, kcal</i> |
| Сыворотка деминерализованная подсырная сухая с различными уровнями деминерализации, %: <i>Dry demineralized cheese whey with different levels of demineralization, %:</i> | | | | |
| 20 | 1,0 | 11,4 | 68,0 | 309,6 |
| 50 | 1,3 | 12,5 | 74,0 | 339,2 |

Биобезопасность и прослеживаемость сухой деминерализованной молочной сыворотки, впрочем, как и без деминерализации, полностью соответствует Техрегламенту Таможенного Союза. Все технологические операции производства (от сырья до упаковки и условия хранения) рассчитаны на получение конкурентоспособного инновационного продукта с полным импортозамещением и возможностью экспорта.

Имеется информация французской фирмы «Novoser» о возможности увеличения степени деминерализации НФ-концентратов МТ диафильтрацией до 70%. Показана также возможность диафильтрацией после нанофильтрации обеспечить уровень деминерализации молочной сыворотки при рН 4,6 на уровне 72% с полным сохранением лактозы [32].

2. На практике диафильтрация достаточно широко масштабирована в молочной промышленности мира и начинает свой «жизненный цикл» в нашей стране при получении белковых концентратов из молочной сыворотки (КСБ) [33]. Пожалуй, можно считать, что существует целая подотрасль [34] со своей спецификой рубрикации: КСБ-30; КСБ-50; КСБ-80; КСБ-90 (изолят). Обобщенная технологическая схема получения концентратов сывороточных белков показана на рисунке 5.

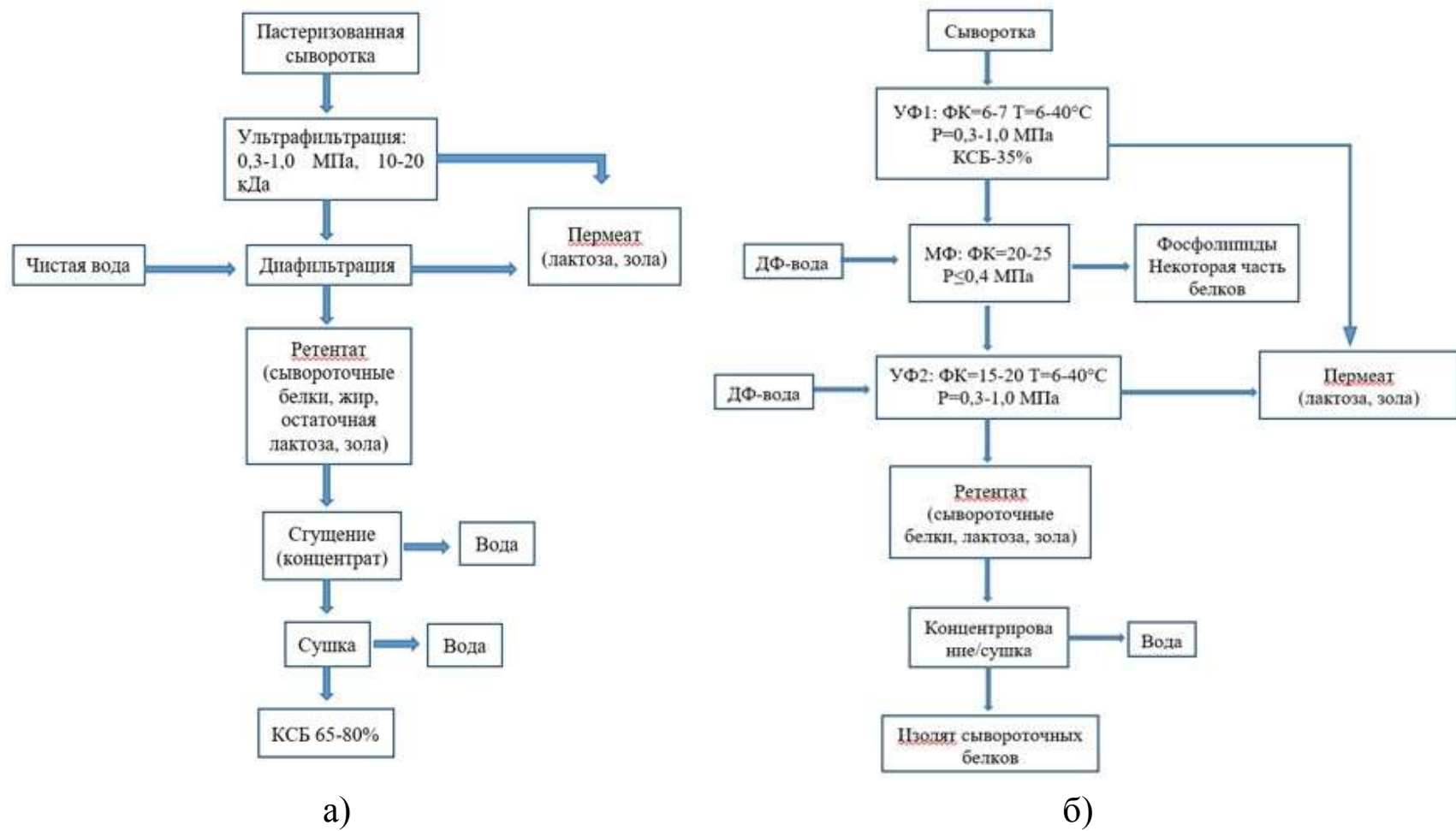


Рисунок 5. Обобщенная технологическая схема получения концентратов сывороточных белков: а) КСБ 80%; б) КСБ 90% (изолят)
Figure 5. Generalized technological scheme for the production of whey protein concentrates: a) CSB 80%; b) CSB 90% (isolate)

Состав белковых концентратов с использованием диафильтрации (80 и 90) в сравнении с 30 показан в таблице 4. Комментарии излишни.

Таблица 4. Состав КСБ 80 и КСБ 90 (изолята) разных производителей (зарубежных) [35]
Table 4. The composition of CSB 80 and CSB 90 (isolate) of different manufacturers (foreign) [35]

| Параметр <i>Parameter</i> | Изолят 1 <i>Isolate 1</i> | Изолят 2 <i>Isolate 2</i> | КСБ1 <i>CSB1</i> | КСБ2 <i>CSB2</i> |
|--|------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|
| рН | 6,92 | 6,22 | 6,23 | 6,60 |
| Зола, % сухой массы <i>Ash, % dry mass</i> | 2,02 | 2,43 | 2,79 | 2,72 |
| Влага, % <i>Moisture, %</i> | 4,15 | 3,37 | 4,51 | 4,02 |
| Белок, % сухой массы <i>Protein, % dry mass</i> | 93,94 | 89,88 | 78,2 | 80,0 |
| Жир, % сухой массы <i>Fat, % dry mass</i> | 0,66 | 0,50 | 5,41 | 5,55 |
| Кальций, мг/100 г <i>Calcium, mg / 100 g</i> | 56,6 | 525,0 | 529,5 | 548,0 |
| Магний, мг/100 г <i>Magnesium, mg / 100 g</i> | 2,5 | 122,5 | 53,20 | 57,80 |
| Калий, мг/100 г <i>Potassium, mg / 100 g</i> | 41,4 | 422 | 519,0 | 519,0 |
| Натрий, мг/100 г <i>Sodium, mg / 100 g</i> | 789,0 | 231,5 | 157,0 | 151,0 |
| Фосфат, мг/100 г <i>Phosphate, mg / 100 g</i> | 63,4 | 219,0 | 339,5 | 330,5 |

Из практики Калачеевского молочного завода Воронежской области (фирма «Мол-Вест») можно констатировать, что двойной ультрафильтрацией с разбавлением перед второй УФ концентрата «чистой водой» (фактически диафильтрация) обеспечивается получение качественного КСБ-80, состав которого приведен ниже:

массовая доля влаги – не более 5%;

массовая доля белка в пересчете на сухое вещество – не менее 80%;

массовая доля жира – не более 8%;

массовая доля лактозы – не более 9%.

3. Известно применение диафильтрации в технологии высококачественной лактозы, своего рода инновационное решение в парадигме гибридных нанотехнологий. Данная инновация относится к молочной промышленности и может быть реализована при производстве высококачественного молочного сахара (лактозы) – пищевой и фармакопейной. Способ производства в реалиях МКС предусматривает ультрафильтрацию обезжиренного молока с получением концентрата (ретентата УФ) – белкового комплекса исходного сырья (используется в сыроделии) и фильтрата (пермеата УФ – аналог молочной сыворотки) [36, 37].

Совершенно понятно и логично, что процесс производства может быть начат с использованием любого вида молочной сыворотки или бесказеиновой фазы по изложенному выше алгоритму.

Задачей предлагаемого способа является обеспечение высокого конечного уровня деминерализации сырья, достигаемого без использования электродиализа, за счет совмещения нанофильтрации с диафильтрацией.

Техническим результатом является полное исключение из технологической цепочки производства молочного сахара электродиализа, повышение уровня деминерализации лактозосодержащего сырья после его нанофильтрации до значений 70-90%. Это обеспечивается технологической операцией – диафильтрацией, путем подвода (внесения) чистой (обратно-осмотической) воды к исходному сырью в процессе его НФ-обработки.

Еще одним техническим результатом является то, что диафильтрация приводит к повышению выведения из сырья не только солей (деминерализация), но и других низкомолекулярных соединений, например, молочной кислоты, а также небелкового азота.

Величина фактора объемного сжатия сырья (2,5-3,0), при котором начинают диафильтрацию, была установлена экспериментальным путем в рамках исследований по гибридным технологиям. Именно эта величина позволяет добиться существенного уровня деминерализации (90%) и снизить расход чистой воды.

При этом обеспечивается повышение доброкачественности (чистоты) исходных УФ-пермеатов на 1,2-1,8%, что имеет важное значение при получении высококачественной лактозы. Дополнительным положительным техническим результатом является то, что процесс наноконцентрирования и диафильтрации можно вести через «молекулярное сито» – мембраны – до достижения сухих веществ 23-25%, что обеспечивает значительную экономию энергоресурсов при последующем сгущении сырья на вакуум-выпарной установке.

В целом данный способ производства молочного сахара, предусматривающий ультрафильтрацию обезжиренного молока, нанофильтрацию УФ-пермеата, сгущение, кристаллизацию лактозы, отделение кристаллов лактозы, сушку, отличается тем, что нанофильтрацию проводят до уровня деминерализации 70-90% и содержания сухих веществ 23-25%. Для достижения требуемого уровня деминерализации используют диафильтрацию, которую начинают при величине фактора объемного сжатия сырья 2,5-3,0. Сгущение проводят на вакуум-аппарате до содержания сухих веществ 59-61%. Кристаллизацию лактозы проводят с темпом

охлаждения 2-5°C/час до температуры 10-12°C в течение 18-22 часов, отделяют кристаллы от маточного раствора, промывают и сушат. Готовый продукт – высококачественная лактоза, аналогична получаемой по традиционной технологии с заметным сокращением затрат на производство, за счет исключения электродиализной обработки. Технология подлежит масштабированию.

Следует здесь же заметить, что получаемый в результате нанофильтрации и диафильтрации фильтрат (пермеат) может рассматриваться в качестве «молочной воды» для получения товарного продукта с добавленной стоимостью, что реализовано на МКС [31, 38].

Кроме вышеуказанного оригинального направления, традиционно нано- и диафильтрат на МКС подвергается обратноосмотической обработке (ОО) на специальной установке. После этого фильтрат ОО в качестве «чистой воды» – дистиллята, полностью используется для технологических нужд, в частности, для разбавления концентратов (ретентатов) нанофильтрации при их диафильтрации, а также производства товарной питьевой воды с расфасовкой в полиэтиленовые пакеты емкостью 1 л. Таким образом, на МКС реализован замкнутый цикл переработки молока-сырья с полным использованием всех видов молочной сыворотки. Это полностью соответствует зарубежным новациям молочного дела [38].

В заключение хотелось бы вернуться к диафильтрации, как «гадкому утенку», имея в виду разбавление молочных концентратов (ретентантов) или подсгущенной молочной сыворотки водой (желательно чистой на уровне конденсата/дистиллята). В молочном деле всегда внесение воды (разбавление) считалось крайне нежелательным и даже преступным. В древнем Риме охрана города делала экспресс-анализ молока селян – «капля на ноготь». Если капля растекалась (разбавление водой) – полный запрет ввоза товара в город и расследование. А в нашем случае диафильтрация с обязательным внесением значительных количеств воды превращает концентрат в «прекрасного лебедя» – идеальный состав для получения «изумительной пищи». При этом получаемый в результате фильтрат (пермеат) логически, в рамках гибридных МТ, направляется в систему обратного осмоса для получения чистой дистиллированной воды, которая, естественно, предназначена для использования при диафильтрации. Цикл переработки исходного молочного сырья замкнулся!

Непредвзятый анализ изложенного выше позволяет совершенно однозначно считать, что гибридная схема МТ с ДФ является **законченным технологическим циклом молочного дела** и реальным возвратом чистой «молочной воды» в основное производство молочных/молокосодержащих продуктов после ОО либо ее (просто «молочная вода», обогащенная ценнейшими нутриентами молока) выводом в качестве товарного продукта с добавленной стоимостью после ДФ. Фильтраты (пермеаты) МФ, УФ и НФ с диафильтрацией концентрата (ретентата) и появлением вторичного фильтрата должны рассматриваться как «молочная вода» процесса ОО или создания нового ассортимента молочной продукции для непосредственного потребления функционального и даже лечебного назначения (аналог минеральных вод биоЭКОпроисхождения).

Заключение. В принципе, диафильтрация пока мало известна в молочном деле, должна рассматриваться как дополнительный пакет к микрофильтрации, ультрафильтрации и особенно (идеал) нанофильтрации для направленного и управляемого регулирования содержания низкомолекулярных соединений в концентратах (ретентатах) МТ (минералы, азотсодержащие и кислоты) при необходимости для готовой продукции (ингредиентах): белковых концентратах, деминерализованной сыворотке и высококачественной лактозе, например, в рецептуры для детского, диетического и даже лечебного питания функционального назначения с добавленной стоимостью.

Благодарность: Профессору Евдокимову И.А., его аспиранту Школе С.С. и кандидату техн. наук Анисимову Г.С. за консультативную помощь и представление материалов по тематике статьи.

Acknowledgment: To the professor Evdokimov I.A., his graduate student Shkola S.S. and Ph.D. Sciences Anisimov G.S. for advisory assistance and provision of materials on the subject of the article.

Список источников

1. Липатов Н.Н., Марьин В.А., Фетисов Е.А. Мембранные методы разделения молока и молочных продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1976. 168 с.
2. Тамим А.И. Мембранные технологии в производстве напитков и молочных продуктов. СПб.: Профессия, 2016. 420 с.
3. Гаврилов Г.Б., Просеков А.Ю., Кравченко Э.Ф., Гаврилов Б.Г. Справочник по переработке молочной сыворотки. Технологии, процессы и аппараты, мембранное оборудование. СПб: ИД Профессия, 2015. 176 с.
4. Синельников Б.М., Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Серов А.В. Лактоза и её производные. СПб.: Профессия, 2011. 768 с.
5. Храмцов А.Г. Феномен молочной сыворотки. СПб.: Профессия, 2011. 804 с.
6. Храмцов А.Г. Новации молочной сыворотки. СПб.: Профессия, 2016. 490 с.
7. Храмцов А.Г. Инновационные технологии промышленной переработки и использования молочной сыворотки. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. 147 с.
8. Соколова А.С. Применение мембранных методов для получения инновационных продуктов с высокой добавленной стоимостью // Переработка молока. 2020. № 5. С. 56-61.
9. Харитонов В.Д. Глубокая переработка молочного сырья и вторичных ресурсов // Молочная промышленность. 2018. № 6. С. 30-31.
10. Володин Д.Н., Золоторёва М.С., Костюк А.В., Топалов В.К., Евдокимов И.А., Чаблин Б.В., Гридин А.С. Использование сывороточных ингредиентов в производстве продуктов питания // Молочная промышленность. 2017. № 2. С. 65-67.
11. Золоторёва М.С., Володин Д.Н., Евдокимов И.А., Харитонов В.Д. Мембранные технологии для обеспечения эффективности и безопасности молочного производства // Молочная промышленность. 2018. № 5. С. 36-39.
12. Володин Д.Н., Гридин А.С., Евдокимов И.А. Перспективы производства сухих белковых ингредиентов на основе сухого молочного сырья // Молочная промышленность. 2020. № 1. С. 28-30.
13. Пономарёв А.Н., Мельникова Е.И., Богданова Е.В. Молочная сыворотка как сырьевой ресурс для производства пищевых ингредиентов // Молочная промышленность. 2018. № 7. С. 38-39.
14. Мельникова Е.И., Богданова Е.В., Павельева Д.А. Мировой и российский рынок сывороточных ингредиентов // Молочная промышленность. 2020. № 8. С. 56-58.
15. Лялин В.А., Михеев М.С. Мембранные технологии для повышения эффективности переработки молока // Молочная промышленность. 2018. № 1. С. 36.
16. Зябрев А.Ф. Производство сухого концентрата сывороточных белков // Переработка молока. 2008. № 7. С. 40-42.
17. Смирнов В.Б., Царьков С.Е., Сидоркин И.А. Мембранные методы в молочной промышленности. Ч. 1. Пилотные испытания, как часть проектирования промышленных систем // Молочная промышленность. 2019. № 5. С. 52-53.
18. Chandrapala J., Duke M.C., Gray S.R., Weeks M., Palmer M., Vasiljevic T. Nanofiltration and nanodiafiltration of acid whey as a function of pH and temperature // Separation and Purification Technology. 2016. Vol. 160. P. 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.12.046>.

19. Sofia Ramos Cabral, Beatriz Monjardino de Brito de Azevedo, Miguel Pereira da Silva, Ana Sofia Figueiredo, Antynio Pedro Louro Martins, Maria Norberta de Pinho Optimization of cheese whey ultrafiltration / diafiltration for the production of beverage liquid protein concentrates with lactose partially removed // *Journal of Membrane Science and Research*. 2019. № 5. P. 172-177. <https://doi.org/10.22079/JMSR.2018.92367.1208>.
20. Sama A. Al-Mutwalli, Mehmet Dilaver, Derya Y. Koseoglu-Imer Performance evaluation of ceramic membrane on ultrafiltration and diafiltration modes for efficient recovery of whey protein // *Journal of Membrane Science and Research*. 2020. № 6. P. 138-146. <https://doi.org/10.22079/JMSR.2019.115152.1295>.
21. Храмов А.Г., Нестеренко П.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки. М.: ДеЛиПринт, 2004. 587 с.
22. Храмов А.Г., Сергеев В.Н. Технологический прорыв аграрно-пищевых инноваций молочного дела на примере универсального сельхоз сырья. Нанофильтрация // *Аграрно-пищевые инновации*. 2020. Т. 12, № 4. С. 7-19. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2020-12-7-19>.
23. Гордиенко М.Г., Баурин Д.В., Кареткин Б.А., Шакир И.В., Панфилов В.И. Статистическая обработка результатов пассивного и активного эксперимента в биотехнологии. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. 108 с.
24. Дёмин И., Шальк Г. Пять шагов к полной прослеживаемости продукции // *Молочная промышленность*. 2018. № 2. С. 22-23.
25. Жидков В.Е., Горностаева Ж.В., Чернышева Ю.С. и др. Теоретические и методологические основы качества и безопасности продовольственных товаров. Ставрополь: Сервисшкола, 2019. 108 с.
26. Кролл Я. Микрофильтрация для подготовки сыворотки к мембранной обработке // *Молочная промышленность*. 2021. № 1. С. 39.
27. Храмов А.Г. Технологический прорыв аграрно-пищевых инноваций молочного дела на примере универсального сельхоз сырья. Ультрафильтрация // *Аграрно-пищевые инновации*. 2020. Т. 11, № 3. С. 7-22. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2020-11-7-22>.
28. Золотарёва М.С., Топалов В.К. Мембранные процессы в технологии переработки сыворотки // *Переработка молока*. 2014. № 4. С. 10-12.
29. Евдокимов И.А., Бабенышев С.П. Баромембранное разделение жидких полидисперсных систем. Ставрополь: СевКавГТУ, 2007. 123 с.
30. Храмов А.Г. Только вперёд! К 65-летию профессора Ивана Алексеевича Евдокимова. Ставрополь, 2020. 217 с.
31. Talebi S., Suarez F., Chen G. Q., Chen X., Bathurst K., Kentish S.E. A pilot study on the removal of lactic acid and minerals from acid whey using membrane technology // *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2020. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06561>.
32. Pan K., Song Q., Wang L., Cao B. A study of demineralization of whey by nanofiltration membrane // *Desalination*. 2011. Vol. 267. P. 217-221. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.09.029>.
33. Козлов Н.С. Молочные белки как универсальный ингредиент // *Молочная промышленность*. 2021. № 1. С. 27.
34. Анисимов Г.С., Ахмедова В.Р., Богоровская М.А., Рябцева С.А., Лодыгин А.Д., Баранов С.А. Микробиологические показатели белковых концентратов // *Молочная промышленность*. 2021. № 1. С. 40-43. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2021-01-40-43>.
35. Carunchia Whetstine M.E., Croissant A.E., Drake M.A. Characterization of dried whey protein concentrate and isolate flavor // *Journal of Dairy Science*. 2005. Vol. 88. № 11. P. 3826-3839.
36. Школа С.С., Дыкало Н.Я., Анисимов Г.С., Евдокимов И.А., Кравцов В.А., Ахмедова В.Р., Мартак А.А., Метель В.С. Способ производства молочного сахара // *Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели»*. 2020. Бюл. № 31. 3 с.
37. Тимкин В.А., Мазина О.А., Пищиков Г.Б. Разработка нанобиомембранной технологии производства лактозы как фактор производственной безопасности // *Известия Уральского государственного экономического университета*. 2014. № 3 (53). С. 97- 102.

38. Сорен Ноёр Бак Эффективное повторное использование «молочной» воды – опыт одного года // Молочная промышленность. 2018. № 2. С. 28-29.

References

1. Lipatov N.N., Maryin V.A., Fetisov E.A. Membrane methods for separating milk and milk products. Moscow: Food Industry Publ.; 1976. 168 p. (In Russ.).
2. Tamim A.I. Membrane technologies in the production of beverages and dairy products. St. Petersburg: Profession Publ.; 2016. 420 p. (In Russ.).
3. Gavrilov G.B., Prosekov A.Yu., Kravchenko E.F., Gavrilov B.G. Handbook of whey processing. Technologies, processes and devices, membrane equipment. St. Petersburg: Profession Publ.; 2015. 176 p. (In Russ.).
4. Sinelnikov B.M., Khramtsov A.G., Evdokimov I.A., Ryabtseva S.A., Serov A.V. Lactose and its derivatives. St. Petersburg: Profession Publ.; 2011. 768 p. (In Russ.).
5. Khramtsov A.G. Whey phenomenon. St. Petersburg: Profession Publ.; 2011. 804 p. (In Russ.).
6. Khramtsov A.G. Whey innovations. St. Petersburg: Profession Publ.; 2016. 490 p. (In Russ.).
7. Khramtsov A.G. Innovative technologies for industrial processing and use of whey. Stavropol: SKFU Publ.; 2014. 147 p. (In Russ.).
8. Sokolova A.S. Application of membrane methods to obtain innovative products with high added value. *Pererabotka moloka = Milk processing*. 2020;(5):56-61. (In Russ.).
9. Haritonov V.D. Deep processing of raw milk materials and secondary resources. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2018;(6):30-31. (In Russ.).
10. Volodin D.N., Zolotareva M.S., Kostyuk A.V., Topalov V.K., Evdokimov L.A., Chablin B.V., Gridin A.S. Application of whey ingredients in foods production. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2017;(2):65-67. (In Russ.).
11. Zolotareva M.S., Volodin D.N., Evdokimov E.A., Haritonov V.D. Membrane technologies for ensuring efficiency and safety of milk processing. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2018;(5):36-39. (In Russ.).
12. Volodin D.N., Gridin A.S., Evdokimov I.A. Prospects of the production of dry protein ingredients based on the milk raw materials. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2020;(1):28-30. (In Russ.).
13. Ponomarev A.N., Melnikova E.I., Bogdanova E.V. Milk whey as a raw material for the production of food ingredients. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2018;(7):38-39. (In Russ.).
14. Melnikova E.I., Bogdanova E.V., Paveleva D.A. The world and Russian market of whey ingredients. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2020;(8):56-58. (In Russ.).
15. Lyalin V.F., Mikheev M.S. Membrane technology to improve the efficiency of milk processing. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2018;(1):36. (In Russ.).
16. Zyabrev A.F. Production of dry concentrate of whey proteins. *Pererabotka moloka = Milk processing*. 2008;(7):40-42. (In Russ.).
17. Smirnov V.B., Tsar'kov S.E., Sidorkin I.A. Membrane methods in the dairy industry. The part 1. Pilot trials as a part of the industrial systems design. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2019;(5):52-53. (In Russ.).
18. Chandrapala J., Duke M.C., Gray S.R., Weeks M., Palmer M., Vasiljevic T. Nanofiltration and nanodiafiltration of acid whey as a function of pH and temperature. *Separation and Purification Technology*. 2016;(160):18-27. [https://doi.org/ 10.1016/j.seppur.2015.12.046](https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.12.046).
19. Sofia Ramos Cabral, Beatriz Monjardino de Brito de Azevedo, Miguel Pereira da Silva, Ana Sofia Figueiredo, Antynio Pedro Louro Martins, Maria Norberta de Pinho Optimization of cheese whey ultrafiltration/diafiltration for the production of beverage liquid protein concentrates with lactose partially removed. *Journal of Membrane Science and Research*. 2019;(5):172-177. [https://doi.org/ 10.22079/JMSR.2018.92367.1208](https://doi.org/10.22079/JMSR.2018.92367.1208).

20. Sama A. Al-Mutwalli, Mehmet Dilaver, Derya Y. Koseoglu-Imer Performance evaluation of ceramic membrane on ultrafiltration and diafiltration modes for efficient recovery of whey protein. *Journal of Membrane Science and Research*. 2020;(6):138-146. <https://doi.org/10.22079/JMSR.2019.115152.1295>.
21. Khramtsov A.G., Nesterenko P.G. Technology of whey products. M.: DeLiPrint Publ.; 2004. 587 p. (In Russ.).
22. Khramtsov A.G., Sergeev V.N. Technological breakthrough of the agrarian-and-food innovations in dairy case for example of universal agricultural raw materials. Nanofiltration. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2020;4(12):7-19. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2020-12-7-19>.
23. Gordienko M.G., Baurin D.V., Karetkin B.A., Shakir I.V., Panfilov V.I. Statistical processing of results of passive and active experiments in biotechnology. Moscow: D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia Publ.; 2015. 108 p. (In Russ.).
24. Demin I., Schalk G. Five steps towards complete traceability of the products. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2018;(2):22-23. (In Russ.).
25. Zhidkov, V.E., Gornostaeva Z.V., Chernysheva Y.S. et al. Theoretical and methodological bases of quality and safety of food products. Stavropol: Service school Publ.; 2019. 108 p. (In Russ.).
26. Kroll J. Microfiltration to prepare whey for membrane treatment. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2021;(1):39. (In Russ.).
27. Khramtsov A.G. Technological breakthrough of the agrarian-and-food innovations in dairy case for example of universal agricultural raw materials. Ultrafiltration. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2020;3(11):7-22. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2020-11-7-22>.
28. Zolotoryova M.S., Topalov M.S. Membrane processes in whey processing technology. *Pererabotka moloka = Milk processing*. 2014;(5):10-12. (In Russ.).
29. Evdokimov I.A., Babenyshev S.P. Baromembrane separation of liquid polydisperse systems. Stavropol: North-Caucasus STU Publ.; 2007. 123 p. (In Russ.).
30. Khramtsov A.G. Only forward! To the 65th anniversary of Professor Ivan Alekseevich Evdokimov. Stavropol, 2020. 217 p. (In Russ.).
31. Talebi S., Suarez F., Chen G. Q., Chen X., Bathurst K., Kentish S.E. A pilot study on the removal of lactic acid and minerals from acid whey using membrane technology. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2020. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06561>.
32. Pan K., Song Q., Wang L., Cao B. A study of demineralization of whey by nanofiltration membrane. *Desalination*. 2011;(267):217-221. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.09.029>.
33. Kozlov N.S. Milk proteins as a versatile ingredient. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2021;(1):27. (In Russ.).
34. Anisimov G.S., Akhmedova V.R., Bogorovskaya M.A., Ryabtseva S.A., Lodygin A.D., Baranov S.A. Microbiological parameters of protein concentrates *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2021;(1):40-43. (In Russ.). <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2021-01-40-43>.
35. Carunchia Whetstine M.E., Croissant A.E., Drake M.A. Characterization of dried whey protein concentrate and isolate flavor. *Journal of Dairy Science*. 2005;88(11):3826-3839.
36. Shkola S.S., Dykalo N.Ya., Anisimov G.S., Evdokimov I.A., Kravtsov V.A., Akhmedova V.R., Martak A.A., Metel V.S. Milk sugar production method. Patent RF. 2020. Bulletin no. 31. 3 p. (In Russ.).
37. Timkin V.A., Mazina O.A., Pishchikov G.B. Developing the nanobio-membrane lactose manufacturing technology as a factor of food security. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Bulletin of the Ural State University of Economics*. 2014;53(3):97-102. (In Russ.).

38. Soren Nohr Bak Efficiency of the "milk" water reusing – one year experience. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2018;(2):28-29. (In Russ.).

Вклад автора: Андрей Г. Храмов рассмотрел диафильтрацию, как процесс мембранной технологии, проанализировал данные. Автор несет ответственность за плагиат и самоплагиат.

Author's contribution: Andrey G. Khramtsov considered reverse diafiltration as a process of membrane technology and analyzed data. Author is responsible for plagiarism and self-plagiarism.

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.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 29.11.2021;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 07.06.2022;
принята к публикации / *accepted for publication:* 09.06.2022

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

Научная статья / *Original article*

УДК 636.082:591.11:576.8.097.2(470.68)

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-18-26-36

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА
РАЗНЫХ ПОРОД ПО АНТИГЕННЫМ ФАКТОРАМ КРОВИ**

**GENETIC STRUCTURE OF CATTLE OF DIFFERENT BREEDS
BY ANTIGENIC BLOOD FACTORS**

Надежда В. Чимидова, кандидат биологических наук
Людмила Г. Моисейкина, доктор биологических наук, профессор
Баатр К. Болаев, доктор сельскохозяйственных наук
Алтана В. Убушиева, специалист

Nadezhda V. Chimidova, candidate of biological sciences
Ludmila G. Moiseikina, doctor of biological sciences, professor
Baatr K. Bolaev, doctor of agricultural sciences
Altana V. Ubushieva, specialist

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

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

Контактное лицо: Чимидова Надежда Васильевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биотехнологии и животноводства, аграрный факультет, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3043-091X>; e-mail: nadezhdatchimidova@yandex.ru; тел.: 89374620111.

Формат цитирования: Чимидова Н.В., Моисейкина Л.Г., Болаев Б.К., Убушиева А.В. Генетическая структура крупного рогатого скота разных пород по антигенным факторам крови // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 26-36. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-26-36>.

Principal Contact: Nadezhda V. Chimidova, Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, 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; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3043-091X>; e-mail: nadezhdatchimidova@yandex.ru; tel.: +79374620111.

How to cite this article: Chimidova N.N., Moiseikina L.G., Bolaev B.K., Ubushieva A.V. Genetic structure of cattle of different breeds by antigenic blood factors. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):26-36. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-26-36>.

Резюме

Цель. Изучение генетического полиморфизма эритроцитарных антигенов у крупного рогатого скота калмыцкой, казахской белоголовой, герефордской и симментальской пород, оценка их генетической структуры, а также сравнительный анализ групп крови калмыцкого скота в Республике Калмыкия и Астраханской области.

Материалы и методы. Проведена сравнительная характеристика генетической структуры по группам крови калмыцкого скота Республики Калмыкия с крупным рогатым скотом казах-

ской белоголовой, герефордской, симментальской и калмыцкой породами Астраханской области. Тестирование по группам крови проводилось по стандартным методикам (Neimann-Sorensen) с использованием моноспецифических сывороток (Nei M. and Li W.H., 1979) производства ОАО «Самарское» по племенной работе.

Результаты. Иммуногенетическое тестирование животных проводилось по стандартным методикам (Neimann-Sorensen) с использованием реагентов – моноспецифических сывороток, производимых в ОАО «Самарское» по племенной работе. Анализ иммуногенетического тестирования скота калмыцкой породы в Республике Калмыкия установил наибольшую частоту встречаемости антигенов В2 (69%), Е'3 (82%), С1 (88%), W (67%), Z (71%) и наименьшую частоту встречаемости – В' (15%), Q (10%), С2 (17%), F (19%). Тестирование по группам крови казахской белоголовой породы показало, что антигены А1, Г', С1, W, L, F имели высокой показатель частоты и составляли 63; 79; 73; 66; 91; 87% соответственно. Низкий показатель частоты у антигенов В2 (20%), G3 (11%), Y2 (2%), F' (11%), С2 (5%), X2 (5%), U'' (12%). Такие антигены, как O2 и H'', не встречались вообще. Наибольшая частота встречаемости эритроцитарных антигенов герефордской породы была у антигенов G2 (69%), O3 (65%), O4 (58%), Y2 (67%), Q (61%), С2 (72%), X2 (59%), L (71%), V (68%), наименьшая – у В2 (15%), П1 (14%), Г' (17%), R2 (13%). Наибольшая частота встречаемости симментальской породы наблюдалась у антигена А2 – 66%, Y2 – 77%, С1 – 91%, F – 90%, H'' – 65%. Наименьшая частота наблюдалась у антигенов В2 – 5%, П1 – 12%, F' – 11%. Антигены А'2, Г', W и U'' не встречались вообще. Тестирование по группам крови крупного рогатого скота калмыцкой породы Астраханской области показало, что максимальную частоту встречаемости имели антигены А2 – 100%, П1 – 70%, А'2 – 90%, O4 – 70%, Е'3 – 92%, F' – 70%, R2 – 94%, L – 90%, F – 71% и Z – 100%. Антигены с минимальной частотой – O2 (1%), Г' (2%), С2 (11%), S1 (1%). Такие антигены, как O3 и Q, не наблюдались вообще.

Заключение. Установлено, что скот калмыцкой породы, разводимый в Калмыкии, отличается от животных, разводимых в другой зоне, обеспечивая дальнейшее совершенствование породы. Генетический статус племенного поголовья калмыцкого скота Республики Калмыкия и казахской белоголовой, герефордской, симментальской и калмыцкой Астраханской области свидетельствует о генетическом разнообразии, о разнонаправленной селекционно-племенной работе в стадах.

Ключевые слова: калмыцкий скот, полиморфизм, казахская белоголовая порода, симментальская порода, герефордская порода, эритроцитарные факторы крови, частота встречаемости антигенов

Abstract

Aim. The study of the genetic polymorphism of erythrocyte antigens in Kalmyk, Kazakh white-headed, Hereford and Simmental cattle, to evaluate their genetic structure, and to compare the blood groups of Kalmyk cattle in the Republic of Kalmykia and the Astrakhan region.

Materials and Methods. A comparative characterization of the genetic structure by blood groups of Kalmyk cattle of the Republic of Kalmykia with cattle of the Kazakh Whitehead, Hereford, Simmental and Kalmyk breeds of the Astrakhan region was carried out. Blood group testing was conducted according to standard methods (Neimann-Sorensen) using monospecific serum (Nei M. and Li W.H., 1979) produced by JSC "Samarskoye" for breeding work.

Results. Immunogenetic testing of animals was performed according to standard methods (Neimann-Sorensen) using reagents – monospecific serum produced by JSC "Samarskoye" for breeding work. Analysis of immunogenetic testing of Kalmyk cattle in the Republic of Kalmykia es-

established the highest frequency of B2 (69%), E'3 (82%), C1 (88%), W (67%), Z (71%) antigens and the lowest frequency of B' (15%), Q (10%), C2 (17%), F (19%). Blood group testing of Kazakh white-headed breed showed that A1, I', C1, W, L, F antigens had a high frequency index and were 63; 79; 73; 66; 91; 87%, respectively. The antigens B2 (20%), G3 (11%), Y2 (2%), F' (11%), C2 (5%), X2 (5%), U' (12%) had a low frequency rate. Antigens such as O2 and H'' were not found at all. The highest frequency of occurrence of the Hereford antigens was in G2 (69%), O3 (65%), O4 (58%), Y2 (67%), Q (61%), C2 (72%), X2 (59%), L (71%), V (68%), the lowest in B2 (15%), I1 (14%), I' (17%), R2 (13%). The highest frequency of the Simmental breed was observed for the A2 antigen at 66%, Y2 at 77%, C1 at 91%, F at 90%, and H' at 65%. The lowest frequency was observed for the B2 antigen – 5%, I1 – 12%, F' – 11%. Antigens A'2, I', W and U' did not occur at all. Blood group testing of Kalmyk breeds of Astrakhan cattle showed the highest frequency of antigens A2 – 100%, I1 – 70%, A'2 – 90%, O4 – 70%, E'3 – 92%, F' – 70%, R2 – 94%, L – 90%, F – 71% and Z – 100%. Antigens with minimal frequency are O2 (1%), I' (2%), C2 (11%), S1 (1%). Antigens such as O3 and Q were not observed at all.

Conclusion. It has been established that the cattle of the Kalmyk breed bred in Kalmykia differs from the animals bred in another zone, providing further improvement of the breed. The genetic status of the breeding stock of the Kalmyk cattle of the Republic of Kalmykia and the Kazakh white-headed, Hereford, Simmental and Kalmyk of the Astrakhan region indicates genetic diversity, multidirectional selection and breeding work in the herds.

Keywords: Kalmyk cattle, polymorphism, Kazakh white-headed breed, Simmental breed, Hereford breed, erythrocyte blood factors, frequency of antigens

Введение. В настоящее время первостепенное научное и практическое значение отводится современным методам селекции крупного рогатого скота, выведению новых заводских типов, линий с высокой племенной ценностью, хорошо адаптированных к местным условиям. В современной селекционно-племенной работе особое значение имеют исследование и использование иммуногенетических показателей животных, поскольку дает представление о генетической структуре популяции и впоследствии позволяет целенаправленно вести селекционную работу с ними [1-6].

Открытие антигенных эритроцитарных факторов создало необходимые условия для получения объективной оценки генотипа животных, анализа генетической структуры различных популяций, осуществления мониторинга, определения маркеров продуктивности, а также для выявления лучшей сочетаемости родительских пар.

Генетическое маркирование позволяет сравнивать популяции скота по уровню биоразнообразия, проводить генетическую дифференциацию линий и семейств, мониторинг генофонда породы, оценивать и прогнозировать эффективность племенной работы [7-10; 11-14].

Иммуногенетическое тестирование животных применяется для проверки истинности происхождения животных на основе сопоставления аллельных вариантов – групп крови потомка и его родителей. Использование иммуногенетических маркеров позволяет повышать эффективность селекции в породах и популяциях крупного рогатого скота [15-17; 18-20].

Целью исследования было сравнение генетической структуры антигенных эритроцитарных факторов крупного рогатого скота калмыцкой, казахской белоголовой, герефордской и симментальской пород.

Материалы и методы. Была проведена сравнительная характеристика генетической структуры по группам крови калмыцкого скота Республики Калмыкия с крупным рогатым скотом казахской белоголовой, герефордской, симментальской и калмыцкой пород Астра-

ханской области. Тестирование по группам крови проводилось по стандартным методикам (Neimann-Sorensen) с использованием моноспецифических сывороток (Nei M and Li WH, 1979) производства ОАО «Самарское» по племенной работе.

Частоту встречаемости антигенов определяли по формуле:

$$p=n/N,$$

где p – частота определяемого антигена; n – количество особей с данным антигеном; N – общее количество животных.

Генетические расстояния были вычислены по формуле:

$$I = \frac{\sum a_i b_i}{\sqrt{\sum a_i^2 \sum b_i^2}}$$

$$D = -\ln I$$

Все животные находились в одинаковых условиях при чистопородном разведении.

Результаты и обсуждение. Вариация аллелофонда крупного рогатого скота разных пород по 30 антигенам составляет от 0 до 100% (таблица 1).

В результате иммуногенетического тестирования скота калмыцкой породы в Республике Калмыкия установлено, что наибольшую частоту встречаемости имели антигены В2 (69%), Е'3 (82%), С1 (88%), W (67%), Z (71%). Наименьшую частоту встречаемости имели антигены В' (15%), Q (10%), С2 (17%), F (19%).

Тестирование по группам крови казахской белоголовой породы Астраханской области показало, что антигены А1, Г', С1, W, L, F имели высокий показатель частоты и составляли 63; 79; 73; 66; 91; 87% соответственно. Низкий показатель частоты у антигенов В2 (20%), G3 (11%), Y2 (2%), F' (11%), С2 (5%), X2 (5%), U'' (12%). Такие антигены, как O2 и H'', не встречались вообще.

Наибольшая частота встречаемости эритроцитарных антигенов герефордской породы Астраханской области была у антигенов G2 (69%), O3 (65%), O4 (58%), Y2 (67%), Q (61%), С2 (72%), X2 (59%), L (71%), V (68%), наименьшая – у В2 (15%), I1 (14%), Г' (17%), R2 (13%).

Симментальская порода крупного рогатого скота Астраханской области также была протестирована по 30 антигенам, где наибольшая частота встречаемости наблюдалась у антигена А2 – 66%, Y2 – 77%, С1 – 91%, F – 90%, H'' – 65%. Наименьшая частота наблюдалась у антигенов В2 – 5%, I1 – 12%, F' – 11%. Антигены А'2, Г', W и U'' не встречались вообще.

Тестирование по группам крови крупного рогатого скота калмыцкой породы Астраханской области показало, что максимальную частоту встречаемости имели антигены А2 – 100%, I1 – 70%, А'2 – 90%, O4 – 70%, Е'3 – 92%, F' – 70%, R2 – 94%, L – 90%, F – 71% и Z – 100%. Антигены с минимальной частотой – O2 (1%), Г' (2%), С2 (11%), S1 (1%). Такие антигены, как O3 и Q, не наблюдались вообще.

Анализ антигенных свойств групп крови позволил провести сравнительную характеристику аллелофонда калмыцкого скота Республики Калмыкия со скотом разных пород Астраханской области.

Анализ генетического статуса разных пород выявил антигены, встречающиеся с наибольшей частотой как у калмыцкой породы, так и в других. Так, например, антиген А1 с наибольшей частотой встречается у калмыцкой породы РК (67%), казахской белоголовой (63%) и калмыцкой АО (60%). Антиген А2 имеет максимальную частоту у калмыцкой породы РК (66%), симментальской (66%) и калмыцкой АО (100%).

Таблица 1. Сравнительная характеристика аллелофонда крупного рогатого скота разных пород

Table 1. Comparative characteristics of the allelofond of cattle of different breeds

| Система System | Антиген Antigen | Калмыцкая n-1918 Kalmyk n-1918 | Казахская белоголовая n-200 Kazakh white-head n-200 | Геррефордская n-50 Hereford n-50 | Симментальская n-50 Simmental n-50 | Калмыцкая (Астраханская обл.) n-70 Kalmyk (Astrakhan region) n-70 |
|-------------------|--------------------|---|--|---|---|--|
| A | A1 | 0,67 | 0,63 | 0,18 | 0,43 | 0,6 |
| | A2 | 0,66 | 0,45 | 0,29 | 0,66 | 1 |
| B | B2 | 0,69 | 0,20 | 0,15 | 0,05 | 0,2 |
| | G2 | 0,27 | 0,28 | 0,69 | 0,39 | 0,2 |
| | G3 | 0,35 | 0,11 | 0,24 | 0,14 | 0,9 |
| | II | 0,33 | 0,50 | 0,14 | 0,12 | 0,7 |
| | A'2 | 0,32 | 0,49 | 0,25 | - | 0,9 |
| | O2 | 0,64 | - | 0,30 | 0,49 | 0,01 |
| | O3 | 0,23 | 0,17 | 0,65 | 0,39 | - |
| | O4 | 0,23 | 0,21 | 0,58 | - | 0,7 |
| | Y2 | 0,43 | 0,02 | 0,67 | 0,77 | 0,2 |
| | B' | 0,15 | 0,40 | 0,2 | 0,04 | 0,3 |
| | D' | 0,61 | 0,55 | 0,26 | 0,17 | 0,21 |
| | E'3 | 0,82 | 0,22 | 0,22 | 0,30 | 0,92 |
| | F' | 0,6 | 0,11 | 0,24 | 0,11 | 0,7 |
| | Г' | 0,32 | 0,79 | 0,17 | - | 0,02 |
| | O' | 0,62 | 0,27 | 0,55 | 0,22 | 0,5 |
| Q | 0,10 | 0,17 | 0,61 | 0,06 | - | |
| C | C1 | 0,88 | 0,73 | 0,35 | 0,91 | 0,32 |
| | C2 | 0,17 | 0,05 | 0,72 | 0,94 | 0,11 |
| | R2 | 0,29 | 0,50 | 0,13 | 0,20 | 0,94 |
| | W | 0,67 | 0,66 | 0,21 | - | 0,5 |
| | X2 | 0,43 | 0,05 | 0,59 | 0,14 | 0,22 |
| | L | 0,2 | 0,91 | 0,71 | 0,23 | 0,90 |
| F-V | F | 0,19 | 0,87 | 0,47 | 0,90 | 0,71 |
| | V | 0,49 | 0,19 | 0,68 | 0,28 | 0,33 |
| EAS | S1 | 0,41 | 0,33 | 0,46 | 0,13 | 0,01 |
| | H'' | 0,41 | - | 0,18 | 0,65 | 0,4 |
| | U'' | 0,55 | 0,12 | 0,21 | - | 0,3 |
| EAZ | Z | 0,71 | 0,46 | 0,25 | 0,25 | 1 |

Антиген Y2 имеет наибольший показатель у геррефордской породы (67%) и симментальской (77%).

Частота встречаемости антигена E'3 максимальна только у калмыцкой породы в РК (88%) и АО (92%), исходя из этого, можно предполагать типичность этого антигена данной породе.

Антиген C1 встречается с высокой частотой у калмыцкой породы РК (88%), казахской белоголовой (73%) и симментальской (91%). Частота встречаемости антигена C2 наибольшая у геррефордской (72%) и симментальской пород (94%).

Антиген W имеет высокий показатель у калмыцкой породы РК (67%) и казахской белоголовой (66%). Высока частота встречаемости антигена L у казахской белоголовой (91%), ге-

рефордской (71%) и калмыцкой АО (90%). Максимальное значение антигена F наблюдается у казахской белоголовой (87%), симментальской (90%) и калмыцкой АО (71%).

Наибольшая частота антигена Z, встречающаяся только у калмыцкой породы РК (71%) и Астраханской области (100%), также может свидетельствовать о принадлежности этого антигена данной породе.

Таким образом, проанализировав группы крови крупного рогатого скота разных пород, мы установили генетическую структуру каждой породы, что в последствии возможно будет связать их с хозяйственно-полезными признаками разных пород скота.

Традиционная оценка сельскохозяйственных животных по морфофункциональным и фенотипическим признакам уже не соответствует требованиям, предъявляемым к селекции. В связи с этим одной из главных задач в племенной работе является исследование полиморфизма генетических систем крови, в частности, групп крови.

Характеристика генетической структуры крупного рогатого скота разных пород по антигенным факторам крови показала, что полиморфизм эритроцитарных антигенов достаточно разнообразен.

Наибольшая частота встречаемости антигенов калмыцкой породы в Республике Калмыкия: В2, Е'3, С1, W, Z, наименьшая – В', Q, С2, F.

Наибольшая частота встречаемости антигенов казахской белоголовой: А1, Г', С1, W, L, F, наименьшая – В2, G3, Y2, F', С2, X2, U". Такие антигены, как O2 и H", не встречались вообще.

Максимальная частота встречаемости эритроцитарных антигенов герефордской породы была у антигенов G2, O3, O4, Y2, Q, С2, X2, L, V, минимальная – у В2, П, Г', R2.

В симментальской породе скота с максимальной частотой были антигены А2, Y2, С1, F, H", с минимальной наблюдались В2, П, F'. Антигены А'2, Г', W и U" не встречались вообще.

Наибольшую частоту встречаемости эритроцитарных факторов калмыцкой породы в Астраханской области имели антигены А2, П, А'2, O4, Е'3, F', R2, L, F и Z. Антигены с наименьшей частотой O2, Г', С2, S1. Такие антигены, как O3 и Q, не наблюдались вообще.

Были выявлены антигены, встречающиеся с максимальной частотой как у калмыцкого скота Республики, так и Астраханской области – Е'3 и Z, исходя из чего можно констатировать типичность этих антигенов данной породе.

Заключение. Установленный генетический статус племенного поголовья калмыцкого скота Республики Калмыкия и казахской белоголовой, герефордской, симментальской и калмыцкой Астраханской области свидетельствует о генетическом разнообразии, о разнонаправленной селекционно-племенной работе в стадах. Скот калмыцкой породы, разводимый в Калмыкии, отличается от животных, разводимых в другой зоне, что обеспечивает дальнейшее совершенствование породы.

Список источников

1. Goddard M., Hayes B. Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in breeding programmes // *Nature Reviews Genetics*. 2009. Vol. 10. P. 381-391. <https://doi.org/10.1038/nrg2575>.
2. Pant S.D., Schenkel F.S., Verschoor C.P., You Q., Kelton D.F., Moore S.S., Karrow N.A. A principal component regression based genome wide analysis approach reveals the presence of a novel QTL on BTA7 for MAP resistance in Holstein cattle // *Genomics*. 2010. Vol. 95, no. 3. P. 176-182. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2010.01.001>.

3. Wu Y., Fan H., Wang Y., Zhang L., Gao X., Chen Y., Li J., Ren H., Gao H. Ge-nome-wide association studies using haplotypes and individual SNPs in Simmental cattle // PLoS One. 2014. Vol. 9(10). Article number: e109330. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109330>.
4. Nelsen T.C., Short R.E., Urick J.J., Reynolds W.L. Heritabilities and genetic correlations of growth and reproductive measurements in Hereford bulls // Journal of Animal Science. 1986. Vol. 63, no. 2. P. 409-417. <https://doi.org/10.2527/jas1986.632409x>.
5. Abdelmanova A.S., Kharzinova V.R., Volkova V.V., Dotsev A.V., Sermyagin A.A., Chinarov R.Y., Zinovieva N.A., Boronetskaya O.I., Lutshikhina E.M., Sölkner J., Brem G. Comparative study of the genetic diversity of local steppe cattle breeds from Russia, Kazakhstan and Kyrgyzstan by microsatellite analysis of museum and modern samples // Diversity. 2021. Vol. 13, no. 8. P. 351. <https://doi.org/10.3390/d13080351>.
6. Зиновьева Н.А., Сермягин А.А., Доцев А.В., Боронецкая О.И., Петрикеева Л.В., Абдельманова А.С., Брем Г. Генетические ресурсы животных: развитие исследований аллелофонда российских пород крупного рогатого скота – миниобзор // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 4. P. 631-641. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.4.631rus>.
7. Сермягин А.А., Быкова О.А., Лоретц О.Г., Костюнина О.В., Зиновьева Н.А. Оценка геномной вариабельности продуктивных признаков у животных голштинизированной черно-пестрой породы на основе GWAS анализа и ROH паттернов // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55, № 2. P. 257-274. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.257rus>.
8. Snelling W.M., Allan M.F., Keele J.W., Kuehn L.A., McDaneld T., Smith T.P.L., Sonstegard T.S., Thallman R.M., Bennett G.L. Genome-wide association study of growth in crossbred beef cattle // Journal of Animal Science. 2010. Vol. 88, no. 3. P. 837-848. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2257>.
9. Northcutt S.L., Wilson D.E. Genetic parameter estimates and expected progeny differences for mature size in Angus cattle // Journal of Animal Science. 1993. Vol. 71, no. 5. P. 1148-1153. <https://doi.org/10.2527/1993.7151148x>.
10. Zinovieva N.A., Dotsev A.V., Sermyagin A.A., Deniskova T.E., Abdelmanova A.S., Kharzinova V.R., Sölkner J., Reyer H., Wimmers K., Brem G. Selection signatures in two oldest Russian native cattle breeds revealed using high-density single nucleotide polymorphism analysis // PLoS One. 2020. Vol. 15(11). Article number: e0242200. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242200>.
11. Taye M., Yoon J., Dessie T., Cho S., Oh S.J., Lee H.K., Kim H. Deciphering signature of selection affecting beef quality traits in Angus cattle // Genes & Genomics. 2018. Vol. 40, no. 1. P. 63-75. <https://doi.org/10.1007/s13258-017-0610-z>.
12. Lu D., Miller S., Sargolzaei M., Kelly M., Vander Voort G., Caldwell T., Wang Z., Plastow G., Moore S. Genome-wide association analyses for growth and feed efficiency traits in beef cattle // Journal of Animal Science. 2013. Vol. 91, no. 8. P. 3612-3633. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5716>.
13. Doyle J.L., Berry D.P., Veerkamp R.F., Carthy T.R., Walsh S.W., Evans R.D., Purfield D.C. Genomic regions associated with skeletal type traits in beef and dairy cattle are common to regions associated with carcass traits, feed intake and calving difficulty // Frontiers in Genetics. 2020. Vol. 11. Article number 20. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00020>.

14. An B., Xu L., Xia J., Wang X., Miao J., Chang T., Song M., Ni J., Xu L., Zhang L., Li J., Gao H. Multiple association analysis of loci and candidate genes that regulate body size at three growth stages in Simmental beef cattle // *BMC Genetics*. 2020. Vol. 21. Article number: 32. <https://doi.org/10.1186/s12863-020-0837-6>.
15. McClure M.C., Morsci N.S., Schnabel R.D., Kim J.W., Yao P., Rolf M.M., McKay S.D., Gregg S.J., Chapple R.H., Northcutt S.L., Taylor J.F. A genome scan for quantitative trait loci influencing carcass, postnatal growth and reproductive traits in commercial Angus cattle // *Animal Genetics*. 2010. Vol. 41, no. 6. P. 597-607. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02063.x>.
16. Karim L., Takeda H., Lin L., Druet T., Arias J.A., Baurain D., Cambisano N., Davis S.R., Farnir F., Grisart B., Harris B.L., Keehan M.D., Littlejohn M.D., Spelman R.J., Georges M., Coppieters W. Variants modulating the expression of a chromosome domain encompassing PLAG1 influence bovine stature // *Nature Genetics*. 2011. Vol. 43. P. 405-413. <https://doi.org/10.1038/ng.814>.
17. Boitard S., Boussaha M., Capitan A., Rocha D., Servin B. Uncovering adaptation from sequence data: lessons from genome resequencing of four cattle breeds // *Genetics*. 2016. Vol. 203, iss. 1. P. 433-450. <https://doi.org/10.1534/genetics.115.181594>.
18. Fortes M.R.S., Kemper K., Sasazaki S., Reverter A., Pryce J.E., Barendse W., Bunch R., McCulloch R., Harrison B., Bolormaa S., Zhang Y.D., Hawken R.J., Goddard M.E., Lehnert S.A. Evidence for pleiotropism and recent selection in the PLAG1 region in Australian Beef cattle // *Animal Genetics*. 2013. Vol. 44. P. 636-647. <https://doi.org/10.1111/age.12075>.
19. Pausch H., Flisikowski K., Jung S., Emmerling R., Edel C., Götz K.U., Fries R. Genome-wide association study identifies two major loci affecting calving ease and growth-related traits in cattle // *Genetics*. 2011. Vol. 187, iss. 1. P. 289-297. <https://doi.org/10.1534/genetics.110.124057>.
20. Abdelmanova A.S., Kharzinova V.R., Volkova V.V., Mishina A.I., Dotsev A.V., Sermyagin A.A., Boronetskaya O.I., Petrikeeva L.V., Chinarov R.Y., Brem G., Zinovieva N.A. Genetic diversity of historical and modern populations of Russian cattle breeds revealed by microsatellite analysis // *Genes*. 2020. Vol. 11, no. 8. P. 940. <https://doi.org/10.3390/genes11080940>.

References

1. Goddard M., Hayes B. Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in breeding programmes. *Nature Reviews Genetics*. 2009;(10):381-391. <https://doi.org/10.1038/nrg2575>.
2. Pant S.D., Schenkel F.S., Verschoor C.P., You Q., Kelton D.F., Moore S.S., Karrow N.A. A principal component regression based genome wide analysis approach reveals the presence of a novel QTL on BTA7 for MAP resistance in Holstein cattle. *Genomics*. 2010;95(3):176-182. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2010.01.001>.
3. Wu Y., Fan H., Wang Y., Zhang L., Gao X., Chen Y., Li J., Ren H., Gao H. Genome-wide association studies using haplotypes and individual SNPs in Simmental cattle. *PLoS ONE*. 2014;9(10):e109330. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109330>.

4. Nelsen T.C., Short R.E., Urick J.J., Reynolds W.L. Heritabilities and genetic correlations of growth and reproductive measurements in Hereford bulls. *Journal of Animal Science*. 1986;63(2):409-417. <https://doi.org/10.2527/jas1986.632409x>.
5. Abdelmanova A.S., Kharzinova V.R., Volkova V.V., Dotsev A.V., Sermyagin A.A., Chinarov R.Y., Zinovieva N.A., Boronetskaya O.I., Lutshikhina E.M., Sölkner J., Brem G. Comparative study of the genetic Diversity of local steppe cattle breeds from Russia, Kazakhstan and Kyrgyzstan by microsatellite analysis of museum and modern samples. *Diversity*. 2021;13(8):351. <https://doi.org/10.3390/d13080351>.
6. Zinovieva N.F., Sermyagin A.A., Dotsev A.V., Boronetskaya O.I., Petrikeeva L.V., Abdelmanova A.S., Brem G. Animal genetic resources: developing the research of allele pool of Russian cattle breeds – minireview. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural biology*. 2019;54(4):631-641. (In Russ.). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2019.4.631rus>.
7. Sermyagin A.A., Bykova O.A., Loretts O.G., Kostyunina O.V., Zinovieva N.A. Genomic variability assess for breeding traits in Holsteinized Russian black-and-white cattle using GWAS analysis and ROH patterns. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural biology*. 2020;55(2):257-274. (In Russ.). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2020.2.257rus>.
8. Snelling W.M., Allan M.F., Keele J.W., Kuehn L.A., McDaneld T., Smith T.P.L., Sonstegard T.S., Thallman R.M., Bennett G.L. Genome-wide association study of growth in crossbred beef cattle. *Journal of Animal Science*. 2010;88(3):837-848. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2257>.
9. Northcutt S.L., Wilson D.E. Genetic parameter estimates and expected progeny differences for mature size in Angus cattle. *Journal of Animal Science*. 1993;71(5):1148-1153. <https://doi.org/10.2527/1993.7151148x>.
10. Zinovieva N.A., Dotsev A.V., Sermyagin A.A., Deniskova T.E., Abdelmanova A.S., Kharzinova V.R., Sölkner J., Reyer H., Wimmers K., Brem G. Selection signatures in two oldest Russian native cattle breeds revealed using high-density single nucleotide polymorphism analysis. *PLoS ONE*. 2020;15(11):e0242200. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242200>.
11. Taye M., Yoon J., Dessie T., Cho S., Oh S.J., Lee H.K., Kim H. Deciphering signature of selection affecting beef quality traits in Angus cattle. *Genes & Genomics*. 2018;40(1):63-75. <https://doi.org/10.1007/s13258-017-0610-z>.
12. Lu D., Miller S., Sargolzaei M., Kelly M., Vander Voort G., Caldwell T., Wang Z., Plastow G., Moore S. Genome-wide association analyses for growth and feed efficiency traits in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 2013;91(8):3612-3633. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5716>.
13. Doyle J.L., Berry D.P., Veerkamp R.F., Carthy T.R., Walsh S.W., Evans R.D., Purfield D.C. Genomic regions associated with skeletal type traits in beef and dairy cattle are common to regions associated with carcass traits, feed intake and calving difficulty. *Frontiers in Genetics*. 2020;(11):20. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.00020>.
14. An B., Xu L., Xia J., Wang X., Miao J., Chang T., Song M., Ni J., Xu L., Zhang L., Li J., Gao H. Multiple association analysis of loci and candidate genes that regulate body size at three growth stages in Simmental beef cattle. *BMC Genetics*. 2020;(21):32. <https://doi.org/10.1186/s12863-020-0837-6>.

15. McClure M.C., Morsci N.S., Schnabel R.D., Kim J.W., Yao P., Rolf M.M., McKay S.D., Gregg S.J., Chapple R.H., Northcutt S.L., Taylor J.F. A genome scan for quantitative trait loci influencing carcass, post-natal growth and reproductive traits in commercial Angus cattle. *Animal Genetics*. 2010;41(6):597-607. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02063.x>.
16. Karim L., Takeda H., Lin L., Druet T., Arias J.A., Baurain D., Cambisano N., Davis S.R., Farnir F., Grisart B., Harris B.L., Keehan M.D., Littlejohn M.D., Spelman R.J., Georges M., Coppieters W. Variants modulating the expression of a chromosome domain encompassing PLAG1 influence bovine stature. *Nature Genetics*. 2011;(43):405-413. <https://doi.org/10.1038/ng.814>.
17. Boitard S., Boussaha M., Capitan A., Rocha D., Servin B. Uncovering adaptation from sequence data: lessons from genome resequencing of four cattle breeds. *Genetics*. 2016;203(1):433-450. <https://doi.org/10.1534/genetics.115.181594>.
18. Fortes M.R.S., Kemper K., Sasazaki S., Reverter A., Pryce J.E., Barendse W., Bunch R., McCulloch R., Harrison B., Bolormaa S., Zhang Y.D., Hawken R.J., Goddard M.E., Lehnert S.A. Evidence for pleiotropism and recent selection in the PLAG1 region in Australian Beef cattle. *Animal Genetics*. 2013;(44):636-647. <https://doi.org/10.1111/age.12075>.
19. Pausch H., Flisikowski K., Jung S., Emmerling R., Edel C., Götz K.U., Fries R. Genome-wide association study identifies two major loci affecting calving ease and growth-related traits in cattle. *Genetics*. 2011;187(1):289-297. <https://doi.org/10.1534/genetics.110.124057>.
20. Abdelmanova A.S., Kharzinova V.R., Volkova V.V., Mishina A.I., Dotsev A.V., Sermyagin A.A., Boronetskaya O.I., Petrikeeva L.V., Chinarov R.Y., Brem G., Zinovieva N.A. Genetic diversity of historical and modern populations of Russian cattle breeds revealed by microsatellite analysis. *Genes*. 2020;11(8):940. <https://doi.org/10.3390/genes11080940>.

Вклад авторов: Надежда В. Чимидова принимала непосредственное участие при проведении тестов и иммуногенетических исследований крупного рогатого скота калмыцкой породы; Людмила Г. Моисейкина и Баатр К. Болаев консультировали по генетическим исследованиям калмыцкого скота и осуществляли общее руководство в выполнении работы и подготовке рукописи; Алтана В. Убушиева проводила лабораторные анализы в процессе молекулярно-генетических исследований и обработку полученных данных. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Author's contribution: Nadezhda V. Chimidova was directly involved in tests and immunogenetic studies of Kalmyk cattle breed; Lyudmila G. Moiseikina and Baatr K. Bolaev advised on the genetic studies of Kalmyk cattle and provided general guidance in the performance of the work and preparation of the manuscript; Altana V. Ubushieva conducted laboratory analyzes in the process of molecular genetic research and processed the data obtained. The authors were equally involved 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):

Моисейкина Людмила Гучаевна – профессор кафедры биотехнологии и животноводства, аграрный факультет, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: turdumarovbm@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1927-7144>;

Болаев Баатр Канурович – профессор кафедры биотехнологии и животноводства, аграрный факультет, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: kanur64@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8210-9971>;

Убушиева Алтана Вадимовна – специалист лаборатории молекулярных исследований Регионального научно-производственного центра по воспроизводству сельскохозяйственных животных, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: ameli-altanas@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9916-7972>.

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

Lyudmila G. Moiseikina – Professor, Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4, building 3, complex KSU, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: turdumatovbm@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1927-7144>;

Baatr K. Bolaev – Professor, Department of Biotechnology and Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4, building 3, complex KSU, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: kanur64@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8210-9971>;

Altana V. Ubushieva – Specialist of the Laboratory of Molecular Research of the Regional Research and Production Center for the Reproduction of Farm Animals, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov; educational building no. 4, building 3, complex KSU, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: ameli-altanas@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9916-7972>.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 24.05.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 22.06.2022;
принята к публикации / *accepted for publication*: 24.06.2022

Научная статья / *Original article*

УДК 636.32/.38.033

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-18-37-45

**ВЕСОВОЙ РОСТ И УБОЙНЫЕ КАЧЕСТВА
ЧИСТОПОРОДНЫХ И ПОМЕСНЫХ БАРАНЧИКОВ**

***WEIGHT GROWTH AND SLAUGHTER QUALITIES OF
PUREBREED AND CROSSBRED LAMBS***

Нодари Г. Чамурлиев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Александр С. Шперов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Гасан М. Шангераев, студент

Владимир И. Манжосов, аспирант

Nodari G. Chamurliev, doctor of agricultural sciences, professor

Alexander S. Shperov, candidate of agricultural sciences, associate professor

Hasan M. Shangeraev, student

Vladimir I. Manzhosov, graduate student

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Контактное лицо: Чамурлиев Нодари Георгиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Частная зоотехния», Волгоградский государственный аграрный университет; 400002, Россия, Волгоград, пр. Университетский, д. 26;

e-mail: zootexnia@mail.ru; тел.: 8 (8442) 41-77-13; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2421-3065>.

Формат цитирования: Чамурлиев Н.Г., Шперов А.С., Шангераев Г.М., Манжосов В.И. Весовой рост и убойные качества чистопородных и помесных баранчиков // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 37-45. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-37-45>.

Principal Contact: Nodari G. Chamurliev, Dr Agricultural Sci., Professor, Professor of the Department of «Private Zootechnics», Volgograd State Agrarian University; 26, Universitetskiy ave., Volgograd, 400002, Russian Federation;

e-mail: zootexnia@mail.ru; tel.: +7 (8442) 41-77-13; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2421-3065>.

How to cite this article: Chamurliev N.G., Shperov A.S., Shangeraev G.M., Manzhosov V.I. Weight growth and slaughter qualities of purebred and crossbred lambs. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):37-45. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-37-45>.

Резюме

Цель. Сравнение продуктивных качеств чистопородных баранчиков эдильбаевской породы и помесных животных, полученных от скрещивания баранов породы дорпер с овцематками эдильбаевской породы.

Материалы и методы. Научно-хозяйственный опыт проведён в условиях ИП КФХ Шангераев М.Г. (Черноярский район, Астраханская область) на 60 головах баранчиков эдильбаевской породы и дорпер-эдильбаевских помесях в возрасте от рождения и до 4-месячного возраста. Живую массу баранчиков определяли путем индивидуального взвешивания на электронных весах с точностью до 0,5 кг, утром до кормления, предубойную массу – после голодной выдержки в течение 24 часов. Мясную продуктивность определяли по результатам контрольного убоя 3-х типичных для каждой группы баранчиков по методике Всероссийского научно-исследовательского института мясного скотоводства (1984). Цифровой материал исследований был обработан методами вариационной статистики по Плохинскому Н.А.

(1969) на ПК с использованием программного обеспечения Microsoft Office и определением критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты. При одинаковых условиях выращивания до 4-месячного возраста средняя живая масса помесных баранчиков составила 43,6 кг, что на 3,1 кг или 7,65% выше по сравнению с чистопородными эдильбаями. Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы у помесных животных были ниже на 0,34 энергетических кормовых единиц и 36,7 г переваримого протеина. Превосходство помесных баранчиков над чистопородными животными составило по убойной массе 2,33 кг или 11,34%, по убойному выходу – 1,68%.

Заключение. Производство молодой баранины от чистопородных и помесных животных является целесообразным. Лучшие показатели живой массы и убойных качеств имели помесные ягнята дорпер х эдильбаевская пород при относительно низких затратах энергетических кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы.

Ключевые слова: эдильбаевская порода, дорпер, живая масса, абсолютный прирост, среднесуточный прирост, затраты кормов, предубойная и убойная масса, убойный выход

Abstract

Aim. Comparison of the productive qualities of purebred lambs of the Edilbay breed and crossbred animals obtained from crossing rams of the Dorper breed with ewes of the Edilbay breed.

Materials and Methods. Scientific and economic experience was carried out in the conditions of the M.G. Shangeraev farm (Chernoyarsky district, Astrakhan region) on 60 heads of lambs of the Edilbay breed and Dorper-Edilbay crossbreds aged from birth to 4 months of age. Live weight of lambs was determined by individual weighing on electronic scales with an accuracy of 0.5 kg in the morning before feeding, pre-slaughter weight – after fasting for 24 hours. Meat productivity was determined by the results of the control slaughter of 3 typical lambs for each group according to the method of All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding (1984). The digital material of the research was processed by the methods of variation statistics according to Plokhinsky N.A. (1969) on a PC using Microsoft Office software and determining Student's reliability criterion.

Results. Under the identical growing conditions up to 4 months of age, the average live weight of crossbred lambs was 43.6 kg, which is 3.1 kg or 7.65% higher compared to purebred edilbays. Feed costs per 1 kg of live weight gain in crossbred animals were lower by 0.34 energy feed units and 36.7 g of digestible protein. The superiority of crossbred lambs over purebred animals was 2.33 kg or 11.34% in slaughter weight, and 1.68% in slaughter yield.

Conclusion. The production of young lamb from purebred and crossbred animals is expedient. The best indicators of live weight and slaughter qualities had crossbred Dorper x Edilbayevsky lambs with relatively low costs of energy feed units and digestible protein per 1 kg of live weight gain.

Keywords: edilbay breed, dorper, live weight, absolute gain, average daily growth, feed costs, pre-slaughter weight, slaughter weight, slaughter yield

Введение. В настоящее время овцеводство относится к приоритетным подотраслям животноводства. В сегодняшних экономических условиях, когда спрос и цена на шерсть снижены, дальнейшее развитие овцеводческой отрасли, а также повышение ее конкурентоспособности напрямую зависят от мясной продуктивности и определяются востребованностью на мировом рынке молодой баранины и ягнятины [1-5; 6-8; 9-11]. По сравнению с производством говядины и свинины производство баранины является довольно малозатратным. В этой связи овцеводство приобретает особую значимость для агропромышленного комплекса многих регионов страны.

Потребность в наращивании производства высококачественной баранины вызывает необходимость улучшения мясной продуктивности овец на основе использования имеющегося в наличии породного генофонда овец, создания животных, отличающихся скороспелостью и высокой мясной продуктивностью. В связи с этим большой интерес представляет мясная порода овец дорпер [8, 9; 12-16].

Действительно, увеличение объемов производства баранины возможно, как за счет совершенствования генетического потенциала животных, так и широкого использования паратипических факторов. При этом важной составляющей повышения мясной продуктивности овец является промышленное скрещивание. В исследованиях ряда отечественных ученых доказана эффективность промышленного скрещивания, при котором проявляется гетерозис – усиление жизнеспособности и продуктивных качеств у помесей вследствие унаследования различных генов от разнопородных родителей [12-14; 17-19].

Целью наших исследований стала комплексная оценка продуктивных качеств чистопородных эдильбаевских баранчиков и помесных сверстников, получаемых от скрещивания баранов породы дорпер с овцематками эдильбаевской породы.

В задачу исследований входило изучение динамики живой массы, абсолютного и среднесуточного приростов живой массы, определение затрат кормов на единицу продукции, организация и проведение контрольного убоя и учет показателей мясной продуктивности.

Материалы и методы. Исследования были проведены на 60 головах баранчиков эдильбаевской породы и дорпер-эдильбаевских помесях в возрасте от рождения и до 4-месячного возраста.

Живую массу баранчиков определяли путем индивидуального взвешивания на электронных весах с точностью до 0,5 кг, утром до кормления, предубойную массу – после голодной выдержки в течение 24 часов.

Мясную продуктивность определяли по результатам контрольного убоя 3-х типичных для каждой группы баранчиков по методике ВНИИМС (1984).

Цифровой материал исследований был обработан методами вариационной статистики по Плохинскому Н.А. (1969) на ПК с использованием программного обеспечения Microsoft Office и определением критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты и обсуждение. Научно-хозяйственный опыт проведён в условиях ИП КФХ Шангераев М.Г. Черноярского района Астраханской области с апреля по июнь 2021 года. Для проведения экспериментальных исследований нами были отобраны по методике Овсянникова А.И. (1976) 2 группы молодняка овец по 30 голов в каждой: I – чистопородные ягнята эдильбаевской породы (ЭД), II – помесные ягнята породы дорпер х эдильбаевская порода. Продолжительность опыта составила 120 дней – от рождения и до 4 месяцев.

Условия кормления и содержания животных были практически одинаковыми. При составлении рационов для подопытных животных руководствовались нормами, рекомендованными Калашниковым А.П. и др. (2003). Общая питательность рационов в зависимости от возраста колебалась от 0,50 до 1,15 энергетических кормовых единиц. Обеспеченность одной энергетической кормовой единицы переваримым протеином в среднем составила 103,1 г.

Выращивали баранчиков подопытных групп от рождения до 4 месяцев в одной отаре при одинаковых условиях кормления и содержания.

Изучение роста и развития животных, с точки зрения познаний закономерностей индивидуального развития организма, в отдельные возрастные периоды даёт возможность управлять их энергией роста, выявлять этапы формирования мясной продуктивности, результаты динамики живой массы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Динамика живой массы баранчиков разных генотипов

Table 1. Live weight dynamics of lambs of different genotypes

| Порода <i>Breed</i> | Возраст, мес. <i>Age, month</i> | Живая масса, кг <i>Live weight, kg</i> | Абсолютный прирост, кг <i>Absolute gain, kg</i> | Среднесуточный прирост, г <i>Average daily gain, g</i> |
|--|---|---|--|---|
| Эдильбаевская х Эдильбаевская (ЭДхЭД) <i>Edilbay x Edilbay</i> | При рождении <i>At birth</i> | 5,8±0,12 | | |
| | 2 | 24,7±1,13 | 18,9 | 315,0 |
| | 4 | 40,5±1,15 | 15,8 | 263,3 |
| | От рождения до 4 месяцев <i>From birth to 4 months</i> | - | 34,7 | 289,0 |
| Дорпер х Эдильбаевская (ДхЭД) <i>Dorper x Edilbay</i> | При рождении <i>At birth</i> | 5,6±0,12 | | |
| | 2 | 26,9±1,16 | 21,3 | 355 |
| | 4 | 43,6±0,69* | 16,7 | 278 |
| | От рождения до 4 месяцев <i>From birth to 4 months</i> | - | 38,0 | 316,7 |

Примечание / Note: * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001.

При постановке на опыт средняя живая масса подопытных баранчиков была практически одинаковой и колебалась от 5,6 до 5,8 кг. В 2-месячном возрасте средняя живая масса помесных дорпер-эдильбаевских баранчиков составила 26,90 кг, что на 2,2 кг или 8,91% выше по сравнению с чистопородными сверстниками. В 4-месячном возрасте разница по живой массе в пользу помесных дорпер-эдильбаевских баранчиков составила 3,1 кг или 7,65%. Абсолютный прирост живой массы у помесных животных составил 38,0 кг, а у их чистопородных сверстников – 34,7 кг. За весь период опыта среднесуточный прирост живой массы у дорпер-эдильбаевских баранчиков составил 316,7 г, что на 27,7 г выше по сравнению с чистопородными эдильбаями.

За период опыта чистопородные и помесные баранчики израсходовали 137,98 ЭКЕ и 14,53 кг переваримого протеина. В то же время прирост живой массы у чистопородных эдильбаевских баранчиков составил 34,7 кг, а у помесных – 38,0 кг. Затраты на 1 кг прироста животных составили у чистопородных 3,97 ЭКЕ и 418,7 г переваримого протеина, а у помесных – соответственно 3,63 ЭКЕ и 382 г. Таким образом, помесные баранчики на 1 кг прироста живой массы затратили меньше 0,34 ЭКЕ и 36,7 г переваримого протеина.

В возрасте 4 мес. был проведен контрольный убой подопытных животных (по 3 типичных баранчика из каждой группы). Результаты контрольного убоя представлены в таблице 2.

Таблица 2. Убойные показатели баранчиков разных генотипов (n=3)

Table 2. Slaughter parameters of lambs of different genotypes (n = 3)

| Показатель <i>Parameter</i> | Генотип баранчиков <i>Lambs genotype</i> | |
|---|---|--|
| | Эдильбаевская х Эдильбаевская (ЭДхЭД) <i>Edilbay x Edilbay</i> | Дорпер х Эдильбаевская (ДхЭД) <i>Dorper x Edilbay</i> |
| Масса, кг: <i>Weight, kg:</i> предубойная <i>pre-slaughter</i> | 39,3±1,33 | 42,40±1,10* |
| туши <i>of carcass</i> | 19,45±1,01 | 21,61±0,45* |
| внутреннего жира <i>of internal fat</i> | 1,08±0,02 | 1,25±0,08* |
| убойная <i>slaughter</i> | 20,53±0,31 | 22,86±0,16** |
| Убойный выход, % <i>Slaughter yield, %</i> | 52,24 | 53,92 |

Дорпер-эдилбаевские баранчики достоверно превосходили чистопородных эдилбаевских по предубойной массе на 3,1 кг ($P \leq 0,05$), по массе туши – на 2,16 кг ($P \leq 0,05$), по убойной массе – на 2,33 кг ($P \leq 0,01$), по убойному выходу – на 1,68 абс. процента соответственно.

Заключение. Исследованиями установлена целесообразность производства молодой баранины от чистопородных и помесных животных. При этом помесные ягнята дорпер х эдилбаевская пород имели лучшие показатели живой массы и убойных качеств, чем чистопородные сверстники эдилбаевской породы, при относительно низких затратах энергетических кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг прироста живой массы.

Список источников

1. Траисов Б.Б., Смагулов Д.Б., Давлетова А.М., Юлдашбаев Ю.А., Кубатбеков Т.С. Мясная продуктивность баранчиков эдилбаевской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 249-252.
2. Давлетова А.М., Траисов Б.Б., Смагулов Д.Б., Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И. Рост и развитие молодняка овец эдилбаевской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 251-253.
3. Юлдашбаев Ю.А., Косилов В.И., Траисов Б.Б., Давлетова А.М., Кубатбеков Т.С. Хозяйственно-биологические особенности овец эдилбаевской породы // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4 (92). С. 50-57.
4. Молчанов А.В., Егорова К.А. Особенности роста, развития и формирования мясной продуктивности баранчиков эдилбаевской породы разных типов рождения // Аграрный научный журнал. 2020. № 4. С. 61-63. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i4pp61-63>.
5. Косилов В.И., Газеев И.Р., Юлдашбаев Ю.А. Рост и развитие молодняка овец эдилбаевской породы // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2016. № 1. С. 40-46.
6. Молчанов А.В., Егорова К.А. Количественная и качественная характеристика мясной продуктивности баранчиков эдилбаевской породы, рожденных в одиночных и двойневых пометах // Аграрный научный журнал. 2019. № 2. С. 41-43. <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i2pp41-43>.
7. Молчанов А.В., Егорова К.А. Весовой рост и показатели убоя эдилбаевских баранчиков разного типа рождения // Овцы, козы, шерстяное дело. 2017. № 4. С. 21.
8. Погодаев В.А., Сергеева Н.В., Юлдашбаев Ю.А., Ерохин А.И., Карасев Е.А., Магомадов Т.А. Хозяйственно-полезные качества и биологические особенности овец, полученных от скрещивания пород калмыцкая курдючная и дорпер в условиях аридной зоны Калмыкии // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. Выпуск 4. С. 58-76. <https://doi.org/10.34677/0021-342x-2019-4-58-76>.
9. Pogodaev V.A., Arilov A.N., Aduchiev B.K., Komlatsky V.I. and Edgeev V.U. Productivity and hematological indices of sheep based on Dorper crossbred // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. RJPBCS 9(3). P. 765-769.
10. Gorlov I.F., Nikolaev D.V., Sherstyuk B.A., Slozhenkina M.I. and Gishlarkaev E.I. Features of the formation of quality indicators ram Edilbay breed in arid conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 341 (1). Article number: 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012035>.

11. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Shakhbazova O.P., Radzhabov R.G., Ivanova N.V., Anisimova E.Yu. and Knyazhechenko O.A. Meat productivity and interior features of the different genotypes of the rams Edilbaev breed // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548. Article number: 82083. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/8/082083>.
12. Базаев С.О., Юлдашбаев Ю.А., Арилов А.Н. Качественная характеристика мяса калмыцких курдючных овец и их помесей с баранами-производителями породы дорпер // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 5 (85). С. 223-226. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-85-5-223-226>.
13. Колосов Ю.А., Чамурлиев Н.Г., Дегтярь А.С., Дегтярь С.В. Воспроизводительные качества мериносовых овцематок и рост ягнят в подсосный период при скрещивании с баранами породы дорпер // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4 (56). С. 179-185. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-22>.
14. Погодаев В.А., Сергеева Н.В., Адучиев Б.К., Марченко В.В. Морфологические показатели крови помесного молодняка овец калмыцкой курдючной породы и помесей f1 калмыцкая курдючная х дорпер // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 3. С. 55-57.
15. Погодаев В.А., Сергеева Н.В., Адучиев Б.К., Арилов А.Н. Интерьерные особенности молодняка овец калмыцкой курдючной породы и их помесей с баранами породы дорпер // Сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1 (11). С. 71-76. <https://doi.org/10.25930/0372-3054-2018-1-11-71-76>.
16. Pogodaev V.A., Arilov A.N., Aduchiev B.K., Komlatsky V.I., Edgeev V.U. Economic – useful and biological features of Dorper breeds into adaptation period to arid conditions the south of Russia // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. RJPBCS 8(6). P. 515-519.
17. Ульянов А.Н., Куликова А.Я. Результаты прямого и реципрокного скрещивания длинношерстных овец кубанского заводского типа породы линкольн и восточно-фризских // Овцы, козы, шерстяное дело. 2019. № 1. С. 2-4.
18. Скорых Л.Н., Коник Н.В., Траисов Б.Б. Рациональное использование генетического потенциала баранов отечественного и импортного генофонда // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 143-145.
19. Колосов Ю.А., Губанов И.С., Абонеев В.В. Эффективность скрещивания при производстве баранины // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 310-312.

References

1. Traisov B.B., Smagulov D.B., Davletova A.M., Yuldashbaev Yu.A., Kubatbekov T.S. Mutton performance of Edidbayevsky ram lambs. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019;79(5):249-252. (In Russ.).
2. Davletova A.M., Traisov B.B., Smagulov D.B., Yuldashbaev Yu.A., Kosilov V.I. Growth and development of young Edilbaevsky sheep. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo*

- agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;74(6):251-253. (In Russ.).
3. Yuldashbaev Yu.A., Kosilov V.I., Traisov B.B., Davletova A.M., Kubatbekov T.S. Economical and biological peculiarities of Edilbaev sheep. *Vestnik myasnogo skotovodstva = Bulletin of beef cattle breeding*. 2015;92(4):50-57. (In Russ.).
 4. Molchanov A.V., Egorova K.A. Features of growth, development and formation on meat productivity of Edilbay breed buck lambs of different types of birth. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal = The Agrarian Scientific Journal*. 2020;(4):61-63. (In Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i4pp61-63>
 5. Kosilov V.I., Gazeev I.R., Uldashbaev Yu.A. Growth and development of young Edilbaev sheep. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2016;(1):40-46. (In Russ.).
 6. Molchanov A.V., Egorova K.A. Quantitative and qualitative characteristics of meat productivity of Edilbay rams born in single and twin falls. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal = The Agrarian Scientific Journal*. 2019;(2):41-43. (In Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i2pp41-43>.
 7. Molchanov A.V., Egorova K.A. Weight growth and slaughter indicators of Edilbaev rams of different types of birth. *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo = Sheep, goats and wool production*. 2017;(4):21. (In Russ.).
 8. Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Yuldashbaev Yu.A., Erokhin A.I., Karasev E.A., Magomadov T.A. Economically valuable qualities and biological peculiarities of sheep obtained from crossing the Kalmykian and the Dorper breeds under the conditions of the arid zone of Kalmykia. *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2019;(4):58-76. (In Russ.). <https://doi.org/10.34677/0021-342x-2019-4-58-76>.
 9. Pogodaev V.A., Arilov A.N., Aduchiev B.K., Komlatsky V.I. and Edgeev V.U. Productivity and hematological indices of sheep based on Dorper crossbred. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018;RJPBCS9(3):765-769.
 10. Gorlov I.F., Nikolaev D.V., Sherstyuk B.A., Slozhenkina M.I. and Gishlarkaev E.I. Features of the formation of quality indicators ram Edilbay breed in arid conditions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019;341(1):012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012035>.
 11. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Shakhbazova O.P., Radzhabov R.G., Ivanova N.V., Anisimova E.Yu. and Knyazhechenko O.A. Meat productivity and interior features of the different genotypes of the rams Edilbaev breed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;548(8):82083. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/8/082083>.
 12. Bazaev S.O., Yuldashbaev Y.A., Arilov A.N. Qualitative characteristics of mutton of Kalmyk fat-tailed sheep and their crosses with Dorper sireng rams. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2020;85(5):223-226. (In Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-85-5-223-226>.
 13. Kolosov Yu.A., Chamurliev N.G., Degtyar' A.S., Degtyar' S.V. Reproductive qualities of Merino ewes and the growth of lambs in the suckling period during crossing with sheep of the Dorper breed. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2016;56(4):179-185. (In Russ.). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-22>.

14. Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Aduchiev B.K., Marchenko V.V. Morphological parameters of blood of crossbred young sheep of the Kalmyk fat-tailed breed and crosses f1 Kalmyk fat-tailed x Dorper. *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo = Sheep, goats and wool production*. 2018;(3):55-57. (In Russ.).
15. Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Aduchiev B.K., Arilov A.N. Interior features in young sheep of the Kalmyk fat-rumped breed and their crosses with the Dorper breed. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal = Agricultural Journal*. 2018;11(1):71-76. (In Russ.). <https://doi.org/10.25930/0372-3054-2018-1-11-71-76>.
16. Pogodaev V.A., Arilov A.N., Aduchiev B.K., Komlatsky V.I., Edgeev V.U. Economic – useful and biological features of Dorper breeds into adaptation period to arid conditions the south of Russia. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017;RJPBCS8(6):515-519.
17. Ulyanov A.N., Kulikova A.Ya. The results of direct and reciprocal crossing of long-haired sheep of the Kuban factory type of the Lincoln breed and East Friesian. *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo = Sheep, goats and wool production*. 2019;(1):2-4. (In Russ.).
18. Skorykh L.N., Konik N.V., Traisov B.B. Rational use of genetic potential of rams of the native and imported genofund. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2015;53(3):143-145. (In Russ.).
19. Kolosov Yu.A., Gubanov I.S., Aboneev B.B. Efficiency of crossing in mutton production. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;72(4):310-312. (In Russ.).

Вклад авторов: Нодари Г. Чамурлиев разработал схему опыта, сформулировал результаты исследования и заключительные выводы; Александр С. Шперов обработал и проанализировал полученные данные и отвечал за их табличное представление; Гасан М. Шангераев и Владимир И. Манжосов отвечали за постановку и проведение научно-хозяйственного опыта и получение первичных данных. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Author's contribution: Nodari G. Chamurliev developed the scheme of the experiment, formulated the results of the study and final conclusions; Alexander S. Shperov processed and analysed the data obtained and was responsible for their tabular presentation; Hasan M. Shangeraev and Vladimir I. Manzhosov were responsible for setting up and conducting scientific and economic experiments and obtaining primary data. 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):

Шперов Александр Сергеевич – доцент кафедры «Частная зоотехния», Волгоградский государственный аграрный университет; 400002, Россия, Волгоград, пр. Университетский, д. 26; e-mail: shperov2011@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2818-1208>;

Шангераев Гасан Махмудович – студент, кафедра «Частная зоотехния», Волгоградский государственный аграрный университет; 400002, Россия, Волгоград, пр. Университетский, д. 26; e-mail: changeraevg@icloud.com;

Манжосов Владимир Игоревич – аспирант, Волгоградский государственный аграрный университет; 400002, Россия, Волгоград, пр. Университетский, д. 26; e-mail: vladimirmanzosov38@gmail.com.

Information about the authors (excluding the contact person):

Alexander S. Shperov – Associate Professor, the Department of «Private Zootechnics», Volgograd State Agrarian University; 26, Universitetskiy ave., Volgograd, 400002, Russian Federation; e-mail: shperov2011@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2818-1208>;

Hasan M. Shangerayev – Student, the Department of «Private Zootechnics», Volgograd State Agrarian University; 26, Universitetskiy ave., Volgograd, 400002, Russian Federation; e-mail: changeraevg@icloud.com;

Vladimir I. Manzhosov – Graduate Student, Volgograd State Agrarian University; 26, Universitetskiy ave., Volgograd, 400002, Russian Federation; e-mail: vladimirmanzosov38@gmail.com.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 26.05.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 21.06.2022;
принята к публикации / *accepted for publication*: 22.06.2022

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

Научная статья / *Original article*

УДК 636.2.084

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-18-46-56

**БАЛАНСИРОВАНИЕ РАЦИОНОВ
МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ПРОТЕИНУ
ЗА СЧЁТ НЕБЕЛКОВЫХ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ**

***BALANCING THE DIETS OF YOUNG CATTLE BY PROTEIN
DUE TO NON-PROTEIN NITROGENOUS SUBSTANCES***

Василий Ф. Радчиков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Дмитрий М. Богданович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Геннадий В. Бесараб, научный сотрудник

*Vasiliy F. Radchikov, doctor of agricultural sciences, professor
Dmitriy M. Bogdanovich, candidate of agricultural sciences, assistant professor
Gennadiy V. Besarab, postgraduate*

Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству, Жодино, Республика Беларусь

*Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus
on Animal Husbandry, Zhodino, Republic of Belarus*

Контактное лицо: Радчиков Василий Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Жодино, ул. Фрунзе, 11;
e-mail: labkrs@mail.ru; тел.: +375 (1775) 6-67-92.

Формат цитирования: Радчиков В.Ф., Богданович Д.М., Бесараб Г.В. Балансирование рационов молодняка крупного рогатого скота по протеину за счёт небелковых азотистых веществ // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 46-56. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-46-56>.

Principal Contact: Vasiliy F. Radchikov, Dr Agricultural Sci., Professor, Head of the Laboratory for Livestock Feeding and Nutrition Physiology, Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry; 11, Frunze st., Zhodino, 222160, Republic of Belarus;
e-mail: labkrs@mail.ru; tel.: +375 (1775) 6-67-92.

How to cite this article: Radchikov V.F., Bogdanovich D.M., Besarab G.V. Balancing the diets of young cattle by protein due to non-protein nitrogenous substances. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):46-56. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-46-56>.

Резюме

Цель. Исследование влияния включения в рацион бычков азотистых веществ небелковой природы на расщепление протеина в рубце и переваримость питательных веществ рационов.

Материалы и методы. Научно-хозяйственный опыт и сопровождающие его исследования проводились с применением как современных, так и общепринятых зоотехнических, биохимических методов, а также математического анализа. Обработка цифровых данных осуществ-

влялась с использованием метода вариационной статистики, программного пакета Microsoft Excel, с учетом критерия достоверности разности по Стьюденту.

Результаты. В результате изучения эффективности использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота карбамидного концентрата в количестве 10, 15, 20 и 25% в составе комбикорма показано, что степень расщепления протеина комбикорма с добавлением карбамидного концентрата в количестве 10-30% от массы комбикорма составила через 4 часа инкубации 56-63%, через 6 часов – 70-75 и через 24 часа – 79-84%. Как показали результаты опыта, в рубце животных опытных групп отмечен сдвиг рН в нейтральную сторону на 4,1-7,8%, причём при включении в рацион 25 и 30% изучаемого корма разница оказалась достоверной. Установлено также увеличение количества белкового азота и инфузорий в рубце молодняка, потреблявшего 10, 20 и 25% карбамидного концентрата в составе комбикорма. В рубцовой жидкости бычков, потреблявших комбикорма с включением карбамидного концентрата, расщепляемость протеина оказалась выше в сравнении с животными контрольной группы, потреблявших комбикорм без карбамидного концентрата. Переваримость питательных веществ в группах животных с 10- и 20%-ным вводом карбамидного концентрата в состав комбикорма увеличилась на 1,08-11,22 процентных пункта.

Заключение. Степень расщепления протеина комбикорма с добавлением карбамидного концентрата в количестве 10-30% от массы комбикорма составила через 4 часа инкубации 56-63%, через 6 часов – 70-75 и через 24 часа – 79-84%.

Переваримость сухого вещества в группах животных с 10- и 20%-ным вводом карбамидного концентрата в комбикорм увеличилась на 2,89 и 1,71 п.п., жира – на 11,22 и 2,28, протеина – на 10,0 и 8,23, органического вещества – на 2,14 и 0,81, БЭВ – на 4,81 и 1,08 п.п. по отношению к контролю. Она также оказалась выше, чем в группах с 25 и 30% вводом карбамидного концентрата в комбикорма.

Ключевые слова: бычки, кормление, карбамидный концентрат, рубцовое пищеварение, переваримость

Abstract

Aim. *The study of the effect of the inclusion of non-protein nitrogenous substances in the diet of young bulls on the breakdown of protein in the rumen and the digestibility of nutrients in diets.*

Materials and Methods. *In the course of the study, zootechnical, biochemical and mathematical methods of analysis were used. The obtained digital material was processed by the method of variation statistics, taking into account the Student's t-test, using the Microsoft Excel software package.*

Results. *As a result of studying the effectiveness of using of carbamide concentrate in the amount of 10, 15, 20 and 25% as part of compound feed in the feeding of young cattle, it was found that the degree of cleavage of feed protein with the addition of carbamide concentrate in the amount of 10-30% of the feed weight was 56-63% after 4 hours of incubation, 70-75% after 6 hours and 79-84% after 24 hours. As the results of the experiment showed, in the rumen of the animals of the experimental groups, a pH shift to the neutral side by 4.1-7.8% was noted, and when 25 and 30% of the studied feed were included in the diet, the difference turned out to be significant. There was also an increase in the amount of protein nitrogen and infusoria in the rumen of young animals that consumed 10, 20 and 25% of urea concentrate as part of compound feed. In the cicatricial fluid of bulls consuming compound feed with the inclusion of urea concentrate, the protein cleavage was higher than in the control group animals consuming compound feed without urea concentrate. The digestibility of nutrients in groups of animals with 10 and 20% introduction of carbamide concentrate into the compound feed increased by 1.08-11.22 percentage points.*

Conclusion. *The degree of cleavage of the feed protein with the addition of carbamide concentrate in an amount of 10-30% of the feed weight was 56-63% after 4 hours of incubation, 70-75% after 6 hours and 79-84% after 24 hours. The digestibility of dry matter in groups of animals with 10 and 20% introduction of urea concentrate into compound feed increased by 2.89 and 1.71 pp., fat – by 11.22 and 2.28, protein – by 10.0 and 8.23, organic matter – by 2.14 and 0.81, Nitrogen-free extractive fraction – by 4.81 and 1.08 pp., in relation to control. It also turned out to be higher than in the groups with 25 and 30% introduction of urea concentrate into feed.*

Keywords: *young bulls, feeding, compound feed, feed, carbamide concentrate, rumen digestion, digestibility*

Введение. Курс на увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных сопровождается значительным возрастанием требований к качеству кормов и их способности удовлетворять потребности животных в питательных веществах. Объем получаемой продукции и ее качественные характеристики находятся в прямой взаимосвязи с уровнем кормления [1-3].

Анализ современных и многоплановых научных исследований, направленных на увеличение производства и рациональное использование белка, дают возможность конкретизировать и обосновать ряд основных направлений, позволяющих наиболее эффективно осуществить решение проблемы кормового протеина, к числу которых можно отнести и широкое использование небелковых азотистых веществ в кормлении жвачных животных [4-11].

Исходя из этого, одной из главных задач в рамках разработки мероприятий, направленных на повышение эффективности использования корма и продуктивности животного, является определение условий, способствующих интенсивному синтезу микробного белка в рубце за счет простых азотистых соединений, а также снижению распада высококачественных белков корма и увеличению поступления их в кишечник.

Использование в рационе животных некачественного белка приводит к избыточному образованию в рубце аммиака. Данный побочный продукт не участвует в синтезе микробного белка и выводится с мочой, что сопровождается дополнительными затратами энергии. Тогда как оптимальный уровень потребления белка позволяет полностью обеспечить растущий организм животного белком и является залогом будущего здоровья и потенциала продуктивности, а также барьером для развития патологий рубца [12-15].

Целью данной научно-исследовательской работы явилось исследование влияния включения в рацион бычков азотистых веществ небелковой природы на расщепление протеина в рубце и переваримость питательных веществ рационов.

Материалы и методы. Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и на базе ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области (Республика Беларусь).

В опыте участвовал молодняк крупного рогатого черно-пестрой породы в возрасте 6 месяцев. Животные были распределены на пять групп методам пар-аналогов, при формировании опытных групп учитывались порода, происхождение, пол, живая масса. Каждая группа состояла из 10 голов. Продолжительность опыта составила 90 дней (таблица 1).

Разница между животными экспериментальных групп в кормлении состояла в том, что в отличие от молодняка крупного рогатого скота контрольной группы в состав комбикорма животных опытных групп включали 10, 20, 25 и 30% карбамидного концентрата.

Зоотехнические исследования при проведении научно-хозяйственного опыта предполагали изучение таких показателей, как: химический состав кормов, поедаемость кормов, переваримость и использование питательных веществ рационов.

Расщепляемость кормов в рубце определяли по ГОСТ 28075-89. Кормление животных проводилось по экспериментальным группам.

Таблица 1. Схема исследований

Table 1. Research scheme

| Группа в опыте <i>Group in experience</i> | Количество бычков в группе <i>Number of young bulls in the group</i> | Срок эксперимента, дней <i>Experiment period, days</i> | Особенности кормления <i>Features of feeding</i> |
|--|---|---|--|
| I (контрольная) <i>I (control)</i> | 10 | 90 | Основной рацион (ОР): сенаж, силос, комбикорм КР-3 <i>The main ration (MD): haylage, silage, compound feed KR-3</i> |
| II (опытная) <i>II (experimental)</i> | 10 | 90 | ОР+ комбикорм с включением карбамидного концентрата (10%) <i>MD + compound feed with the inclusion of carbamide concentrate (10%)</i> |
| III (опытная) <i>III (experimental)</i> | 10 | 90 | ОР+ комбикорм с включением карбамидного концентрата (20%) <i>MD + compound feed with the inclusion of carbamide concentrate (20%)</i> |
| IV (опытная) <i>IV (experimental)</i> | 10 | 90 | ОР+ комбикорм с включением карбамидного концентрата (25%) <i>MD + compound feed with the inclusion of carbamide concentrate (25%)</i> |
| V (опытная) <i>V (experimental)</i> | 10 | 90 | ОР+ комбикорм с включением карбамидного концентрата (30%) <i>MD + compound feed with the inclusion of carbamide concentrate (30%)</i> |

Обработка всех полученных цифровых данных осуществлялась с использованием метода вариационной статистики, программного пакета Microsoft Excel, с учетом критерия достоверности разности по Стьюденту.

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных исследований показали, что по среднесуточному потреблению и структуре рационов значительных различий между животными контрольной и опытных групп не установлено. Общий уровень кормления бычков соответствовал их потребности в питательных веществах. Смесь концентрированных кормов с карбамидом поедалась животными без остатков.

Как показали результаты опыта, в рубце животных опытных групп отмечен сдвиг рН в нейтральную сторону на 4,1-7,8%, причём при включении в рацион 25 и 30% изучаемого корма разница оказалась достоверной. Установлено также увеличение количества белкового азота и инфузорий в рубце молодняка, потреблявшего 10, 20 и 25% карбамидного концентрата в составе комбикорма (таблица 2).

В рубцовой жидкости бычков, потреблявших комбикорма с включением карбамидного концентрата, уровень расщепляемости протеина оказался в сравнении с животными контрольной группы, потреблявших комбикорм без карбамидного концентрата (рисунок 1).

Включение в комбикорм бычков синтетического азотистого вещества небелковой природы в виде карбамидного концентрата в количестве 30% от массы комбикорма сопровождалось усилением микробиологических и ферментативных процессов, что способствовало увеличению расщепляемости протеина комбикорма, которое составило через 24 часа 84%.

Таблица 2. Состав содержимого рубца

Table 2. The composition of the contents of the rumen

| Показатель <i>Indicator</i> | Группа в опыте <i>Group in experience</i> | | | | |
|--|---|---|--|--|---|
| | I | II | III | IV | V |
| | Комбикорм контрольный (без карбамидного концентрата) <i>Compound feed control (without urea concentrate)</i> | Комбикорм+ карбамидный концентрат (10%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (10%)</i> | Комбикорм + карбамидный концентрат (20%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (20%)</i> | Комбикорм + карбамидный концентрат (25%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (25%)</i> | Комбикорм+ карбамидный концентрат (30%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (30%)</i> |
| pH | 6,17±0,02 | 6,45±0,170 | 6,47±0,120 | 6,42±0,03** | 6,65±0,07** |
| % | 100,00 | 104,54 | 104,9 | 104,1 | 107,8 |
| Белковый азот, мг/100 мл <i>Protein nitrogen, mg / 100 ml</i> | 95,4±2 | 112,2±3,5* | 108±0,6** | 110,4±0,5** | 82,4±2,3* |
| % | 100,00 | 117,61 | 113,21 | 115,72 | 86,37 |
| ЛЖК, ммоль/100 мл <i>LFA, mmol / 100 ml</i> | 7,1±0,51 | 7,63±0,20 | 7,23±0,09 | 7,33±0,27 | 6,43±0,29 |
| % | 100,00 | 107,46 | 101,8 | 103,2 | 90,6 |
| Инфузории, тыс./мл <i>Infusoria, thousand / ml</i> | 436,3±5 | 468,3±5,5* | 451,7±60 | 456,7±6,90 | 415±11,10 |
| % | 100,00 | 107,33 | 103,53 | 104,68 | 95,12 |

Примечание: здесь и далее * – P≥0,95; ** – P≥0,99; *** – P≥0,999.

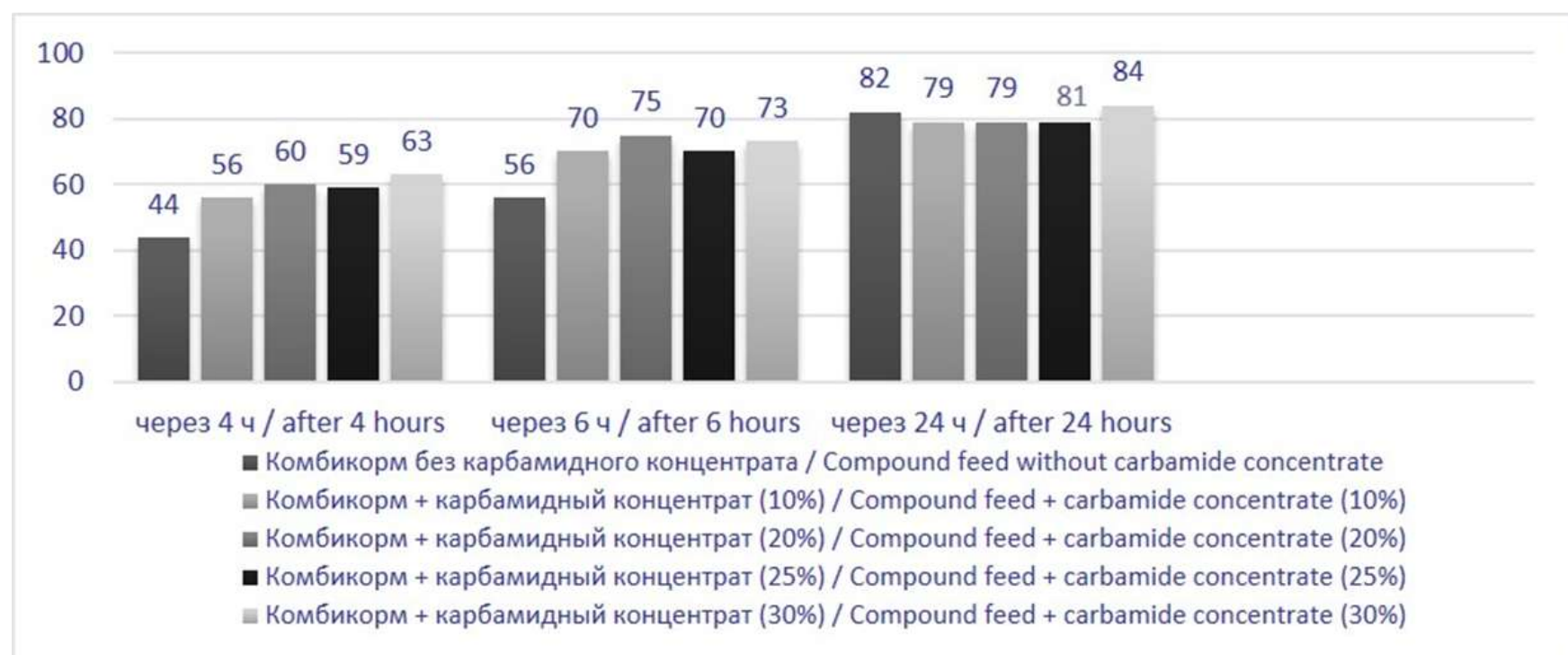


Рисунок 1. Расщепляемость протеина комбикорма с включением карбамидного концентрата
Figure 1. Cleavability of compound feed protein with inclusion of carbamide concentrate

Несмотря на сходство рационов по содержанию питательных веществ, использование азотистого вещества небелковой природы в разных количествах влияло практически на переваримость всех изучаемых показателей (таблица 3).

Таблица 3. Переваримость питательных веществ рациона

Table 3. Digestibility of nutrients in the diet

| Показатель <i>Indicator</i> | Группа в опыте <i>Group in experience</i> | | | | |
|---|---|---|--|--|---|
| | I | II | III | IV | V |
| | Комбикорм контрольный (без карбамидного концентрата) <i>Compound feed control (without urea concentrate)</i> | Комбикорм+ карбамидный концентрат (10%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (10%)</i> | Комбикорм + карбамидный концентрат (20%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (20%)</i> | Комбикорм + карбамидный концентрат (25%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (25%)</i> | Комбикорм+ карбамидный концентрат (30%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (30%)</i> |
| Сухое вещество, г <i>Dry matter, g</i> | 65,3±0,03 | 68,19±1,050 | 67,01±0,58* | 67,52±0,5* | 65,8±0,430 |
| Органическое вещество, г <i>Organic matter, g</i> | 68,4±0,03 | 70,54±0,26** | 69,26±0,41 | 69,32±0,37 | 67,59±0,27* |
| Жир, г <i>Fat, g</i> | 34,8±0,1 | 46,02±1,35** | 37,08±1,35 | 39,46±0,43 | 38,7±0,52** |
| Протеин, г <i>Protein, g</i> | 51,87±0,52 | 61,87±0,09 | 60,1±0,06 | 60,99±2,04* | 53,21±0,01 |
| Клетчатка, г <i>Fiber, g</i> | 70,12±0,66 | 68,3±0,40 | 70,72±0,02 | 70,68±0,39 | 69,81±0,14 |
| БЭВ, г <i>Nitrogen-free extractive fraction, g</i> | 68,9±0,08 | 73,71±0,14 | 71,6±0,65* | 71,69±0,16 | 68,98±10 |

Лучшая переваримость питательных веществ рациона наблюдалась в группах животных с 10- и 20%-ным вводом карбамидного концентрата в комбикорм.

Так, переваримость сухого вещества повысилась на 0,5-2,89 п.п., жира – на 3,9-11,22, протеина – на 1,34-10,0 органического вещества – на 2,14, БЭВ – на 4,81 п.п. по сравнению с контрольной, IV и V группами с вводом 25 и 30% карбамидного концентрата.

Заключение. Степень расщепления протеина комбикорма с добавлением карбамидного концентрата в количестве 10-30% от массы комбикорма составила через 4 часа инкубации 56-63%, через 6 часов – 70-75 и через 24 часа – 79-84%.

Переваримость сухого вещества в группах животных с 10- и 20%-ным вводом карбамидного концентрата в комбикорм увеличилась на 2,89 и 1,71 п.п., жира – на 11,22 и 2,28, протеина – на 10,0 и 8,23, органического вещества – на 2,14 и 0,81, БЭВ – на 4,81 и 1,08 п.п. по отношению к контролю. Она также оказалась выше, чем в группах с 25 и 30% вводом карбамидного концентрата в комбикорма.

Список источников

1. Сапсалёва Т.Л., Богданович И.В., Шевцов А.Н., Медведева Д.В., Мосолова Н.И., Серяков И.С., Райхман А.Я., Голубицкий В.А. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания // Сборник материалов Между-

- народной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса», Солёное Займище, 10-12 августа 2021. Солёное Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С. 1468-1473.
2. Сапсалёва Т.Л., Радчикова Г.Н., Шевцов А.Н., Шинкарёва С.Л., Медведева Д.В., Долженкова Е.А., Лёвкин Е.А., Мосолов А.А. Влияние скармливания с рапсом и люпином на использование корма и продуктивность ремонтных тёлочек // Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса», Солёное Займище, 10-12 августа 2021. Солёное Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С. 1463-1468.
 3. Лемешевский В.О., Курепин А.А., Натынчик Т.М. Биохимические критерии рубцового пищеварения крупного рогатого скота под влиянием качества кормового белка // Материалы конференции, посвященной 120-летию М.Ф. Томмэ «Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов», Дубровицы, 14-16 июня 2016. Дубровицы, 2016. С. 346-351.
 4. Лемешевский В.О., Натынчик Т.М., Курепин А.А., Тыновец С.В., Денькин А.И. Активность процессов пищеварения в рубце у бычков при различном качестве белка // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. 2016. № 1. С. 28-33.
 5. Антонович А.М., Долженкова Е.А. Гранулированный высокобелковый корм в составе комбикорма КР-3 для молодняка крупного рогатого скота // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почёта» государственная академия ветеринарной медицины». 2019. Т. 55, № 3. С. 108-112.
 6. Цай В.П., Радчикова Г.Н., Богданович И.В., Приловская Е.И., Мосолов А.А., Медведева Д.В., Карабанова В.Н., Букас В.В. Новые БВМД в рационах молодняка крупного рогатого скота // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. Солёное Займище, 2021. С. 1540-1545.
 7. Кот А.Н., Мосолова Н.И., Бесараб Г.В., Антонович А.М., Долженкова Е.А., Сапсалёва Т.Л., Радчикова Г.Н., Жалнеровская А.В., Астренков А.В., Приловская Е.И. Показатели рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-9 месяцев от скармливания экструдированных высокобелковых концентрированных кормов // Зоотехническая наука Беларуси. 2020. Т. 55, ч. 2. С. 3-13.
 8. Долженкова Е.А., Яцко Н.А. Рубцовое пищеварение, обмен веществ, конверсия корма при скармливании бычкам кормовой добавки Криптолайф-С // Зоотехническая наука Беларуси. 2016. Т. 51, ч. 1. С. 274-286.
 9. Разумовский Н., Ганущенко О., Букас В. Использовать корма эффективно // Белорусское сельское хозяйство. 2016. № 1. С. 32-34.
 10. Liu Y., Zhang J., Wang C., Liu Q., Guo G., Huo W., Chen L., Zhang Y., Pei C., Zhang S. Effects of folic acid and cobalt sulphate supplementation on growth performance, nutrient diges-

- tion, rumen fermentation and blood metabolites in Holstein calves // *British Journal of Nutrition*. 2022. Vol. 127, iss. 9. P. 1313-1319. <https://doi.org/10.1017/S000711452100221X>.
11. Montano, M.F., Carvalho, P.H.V., Chirino-Romero, J.O., Latack B.C., Salinas-Chavira, J., Zinn, R.A. Influence of supplemental condensed tannins on initial 112-d feedlot growth-performance and characteristics of digestion of calf-fed Holstein steers // *Translational Animal Science*. 2022. Vol. 6, iss. 1, txac024. <https://doi.org/10.1093/tas/txac024>.
 12. Kheirabadi S., Dehghan-Banadaky M., Ganjkanlou M. Effects of different dietary fat levels and sources on diet digestibility, fattening performance and meat quality of Holstein young bulls when substituted for dietary barley grain // *Archives of Animal Nutrition*. 2022. Vol. 76, iss. 1. P. 34-49. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2021.2013114>.
 13. Сапсалёва Т.Л., Радчикова Г.Н., Цай В.П., Мосолов А.А., Медведева Д.В., Шарейко Н.А., Ганущенко О.Ф., Лемешевский В.О. Белково-витаминно-минеральные добавки с включением зерна масличных и бобовых культур местной селекции в кормлении ремонтных тёлочек // Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса», Солёное Займище, 10-12 августа 2021. Солёное Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С. 1458-1463.
 14. Lemiasheuski V., Ostrenko K., Kutin I. Assessment of rumen digestion processes and productivity of fattening bull calves with a high level of concentrates in the diet // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022. Vol. 354. P. 709-718. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_78.
 15. Ma J., Wang C., Wang Z., Cao G., Hu R., Wang H., Zou H., Kang K., Peng Q., Xue B., Wang L., Zhu Y. Active dry yeast supplementation improves the growth performance, rumen fermentation, and immune response of weaned beef calves // *Animal Nutrition*. 2021. Vol. 7, iss. 4. P. 1352-1359. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.006>.

References

1. Sapsaleva T.L., Bogdanovich I.V., Shevtsov A.N., Medvedeva D.V., Mosolova N.I., Seryakov I.S., Raikhman A. Ya., Golubitsky V.A. The possibility of using rapeseed cake in feeding calves of the first phase of growing. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchennoj pamyati akademika RAN V.P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FSBSI «PAFNC RAN» «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa», Solenoe Zajmishche, 10-12 avgusta 2021* [Collection of proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinsky and the 30th anniversary of the creation of the Federal State Budget Scientific Institution "CAFSC RAS" "Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex", Salt Zaimishche, August 10-12, 2021]. Solenoe Zaimishche: Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2021:1468-1473. (In Russ).
2. Sapsaleva T.L., Radchikova G.N., Shevtsov A.N., Shinkareva S.L., Medvedeva D.V., Dolzhenkova E.A., Lyovkin E.A., Mosolov A.A. The effect of feeding with rapeseed and lupine on the use of feed and the productivity of replacement heifers. *Sbornik materialov*

- Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii posvyashchennoj pamyati akademika RAN V.P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FSBSI «PAFNC RAN» «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa», Solenoe Zajmishche, 10-12 avgusta 2021* [Collection of proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinsky and the 30th anniversary of the creation of the Federal State Budget Scientific Institution "CAFSC RAS" "Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex", Salt Zaimishche, August 10-12, 2021]. Solenoe Zaimishche: Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2021:1463-1468. (In Russ.).
3. Lemeshevsky V.O., Kurepin A.A., Natynchik T.M. Biochemical criteria for ruminal digestion of cattle under the influence of feed protein quality. *Materialy konferencii, posvyashchennoj 120-letiyu M.F. Tomme «Fundamental'nye i prikladnye aspekty kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i tekhnologii kormov», Dubrovicy, 14-16 iyunya 2016* [Proceedings of the conference dedicated to the 120th anniversary of M.F. Tomme "Fundamental and applied aspects of feeding farm animals and feed technology", Dubrovitsy, June 14-16, 2016]. Dubrovitsy, 2016:346-351. (In Russ.).
 4. Lemiashevsky V.O., Natynchik T.M., Kurepin A.A., Tynovec S.V., Denkin A.I. Activity of the process of digestion in the rumen have bulls at different quality protein. *Vestnik Polesskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya prirodovedcheskih nauk = Bulletin of the Polessky State university. Series of natural sciences*. 2016;(1):28-33. (In Russ.).
 5. Antonovich A.M., Dolzhenkova E.A. Granulated high-protein feed as part of KR-3 compound feed for young cattle. *Uchenye zapiski uchrezhdenija obrazovaniya Vitebskaja ordena Znak Pocheta gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny = Scientific notes of the educational institution Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine*. 2019;55(3):108-112. (In Russ.).
 6. Tsai V.P., Radchikova G.N., Bogdanovich I.V., Prilovskaya E.I., Mosolov A.A., Medvedeva D.V., Karabanova V.N., Bukas V.V. New PVMS in the diets of young cattle. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii posvyashchennoj pamyati akademika RAN V.P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FSBSI «PAFNC RAN» «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa», Solenoe Zajmishche, 10-12 avgusta 2021* [Collection of proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinsky and the 30th anniversary of the creation of the Federal State Budget Scientific Institution "CAFSC RAS" "Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex", Salt Zaimishche, August 10-12, 2021]. Solenoe Zaimishche: Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2021:1540-1545. (In Russ.).
 7. Kot A.N., Mosolova N.I., Besarab G.V., Antonovich A.M., Dolzhenkova E.A., Sapsaleva T.L., Radchikova G.N., Zhalnerovskaya A.V., Astrenkov A V.V., Prilovskaya E.I. Indicators of cicatricial digestion in young cattle at the age of 6-9 months from feeding extruded high-protein concentrated feed. *Zootehnicheskaja nauka Belarusi = Zootechnical science of Belarus*. 2020;55(2):3-13. (In Russ.).
 8. Dolzhenkova E.A., Yatsko N.A. Cicatricial digestion, metabolism, feed conversion when feeding bulls with the feed additive Kryptolife-S. *Zootehnicheskaja nauka Belarusi = Zootechnical science of Belarus*. 2016;51(1):274-286. (In Russ.).

9. Razumovsky N., Ganushchenko O., Bukas V. Efficient use of feed. *Belorusskoe sel'skoe hozjajstvo = Belarusian agriculture*. 2016;(1):32-34. (In Russ.).
10. Liu Y., Zhang J., Wang C., Liu Q., Guo G., Huo W., Chen L., Zhang Y., Pei C., Zhang S. Effects of folic acid and cobalt sulphate supplementation on growth performance, nutrient digestion, rumen fermentation and blood metabolites in Holstein calves. *British Journal of Nutrition*. 2022;127(9):1313-1319. <https://doi.org/10.1017/S000711452100221X>.
11. Montano, M.F., Carvalho, P.H.V., Chirino-Romero, J.O., Latack B.C., Salinas-Chavira, J., Zinn, R.A. Influence of supplemental condensed tannins on initial 112-d feedlot growth-performance and characteristics of digestion of calf-fed Holstein steers. *Translational Animal Science*. 2022;6(1):txac024. <https://doi.org/10.1093/tas/txac024>.
12. Kheirabadi S., Dehghan-Banadaky M., Ganjkanlou M. Effects of different dietary fat levels and sources on diet digestibility, fattening performance and meat quality of Holstein young bulls when substituted for dietary barley grain. *Archives of Animal Nutrition*. 2022;76(1):34-49. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2021.2013114>.
13. Sapsaleva T.L., Radchikova G.N., Tsai V.P., Mosolov A.A., Medvedeva D.V., Shareiko N.A., Ganushchenko O.F., Lemeshevsky V.O. Protein-vitamin-mineral additives with the inclusion of grains of oilseeds and legumes of local selection in the feeding of replacement heifers. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchennoj pamyati akademika RAN V.P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FSBSI «PAFNC RAN» «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa», Solenoe Zaimishche, 10-12 avgusta 2021* [Collection of proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinsky and the 30th anniversary of the creation of the Federal State Budget Scientific Institution "CAFSC RAS" "Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex", Salt Zaimishche, August 10-12, 2021]. Solenoe Zaimishche: Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2021:1458-1463. (In Russ.).
14. Lemiasheuski V., Ostrenko K., Kutin I. Assessment of rumen digestion processes and productivity of fattening bull calves with a high level of concentrates in the diet. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022;(354):709-718. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_78.
15. Ma J., Wang C., Wang Z., Cao G., Hu R., Wang H., Zou H., Kang K., Peng Q., Xue B., Wang L., Zhu Y. Active dry yeast supplementation improves the growth performance, rumen fermentation, and immune response of weaned beef calves. *Animal Nutrition*. 2021;7(4):1352-1359. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.006>.

Вклад авторов: Василий Ф. Радчиков осуществлял общее руководство и подготовку рукописи; Дмитрий М. Богданович выполнял исследования и обработку полученных данных; Геннадий В. Бесараб проводил анализ выполненных расчетов. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Author's contribution: Vasiliy F. Radchikov conducted the general management and preparation of the manuscript; Dmitriy M. Bogdanovich carried out research and processing the data obtained; Gennadiy V. Besarab analyzed the calculations performed. 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):

Богданович Дмитрий Михайлович – генеральный директор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: belniig@tut.by;

Бесараб Геннадий Васильевич – научный сотрудник, лаборатория кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: labkrs@mail.ru.

Information about the authors (excluding the contact person):

Dmitriy M. Bogdanovich – Director general, Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry; 11, Frunze st., Zhodino, 222160, Republic of Belarus; e-mail: belniig@tut.by;

Gennadiy V. Besarab – Researcher, Laboratory for Livestock Feeding and Nutrition Physiology, Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry; 11, Frunze st., Zhodino, 222160, Republic of Belarus; e-mail: labkrs@mail.ru.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 18.04.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 27.05.2022;
принята к публикации / *accepted for publication:* 30.05.2022

Научная статья / *Original article*

УДК 636.92

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-18-57-66

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КРОЛИКОВ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНАХ КОРМЛЕНИЯ
ГИДРОПОННОГО ЗЕЛЕНОГО КОРМА**

***PRODUCTIVITY OF RABBITS WHEN USED IN RATIONS
HYDROPONIC GREEN FODDER***

Борис С. Убушаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Наталья Н. Мороз, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Алексей А. Харченко, магистрант

Санал Б. Горяев, магистрант

Хасыр В. Найминов, студент

Boris S. Ubushaev, doctor of agricultural sciences, professor

Natalia N. Moroz, candidate of agricultural sciences, associate professor

Alexey A. Kharchenko, master student

Sanal B. Goryaev, master student

Hasyr V. Naiminov, student

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

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

Контактное лицо: Убушаев Борис Сангаджиевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии и животноводства, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4;

e-mail: ubuschbs@mail.ru; тел.: +79054001716; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6963-0674>.

Формат цитирования: Убушаев Б.С., Мороз Н.Н., Харченко А.А., Горяев С.Б., Найминов Х.В. Продуктивность кроликов при использовании в рационах кормления гидропонного зеленого корма // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 57-66. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-57-66>.

Principal Contact: Boris S. Ubushaev, Dr Agricultural Sci., Professor, Head 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; tel.: +79054001716; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6963-0674>.

How to cite this article: Ubushaev B.S., Moroz N.N., Kharchenko A.A., Goryaev S.B., Naiminov H.V. Productivity of rabbits when used in rations hydroponic green feed. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):57-66. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-57-66>.

Резюме

Цель. Изучение продуктивности кроликов при использовании в рационах кормления гидропонного зеленого корма.

Материалы и методы. Опыт проводился в условиях мини-фермы аграрного факультета Калмыцкого государственного университета имени Б.Б. Городовикова. По принципу аналогов были сформированы две группы кроликов породы «Серый великан» в возрасте 2 месяца. Каждая группа состояла из 10 голов. Период проведения опыта – 3 месяца. Животные контрольной группы получали общехозяйственный рацион, кроликам опытной группы по питательности заменяли люцерновое сено гидропонным зеленым кормом в количестве 200 г в

первый месяц опыта, 300 г – во второй и третий месяцы. Ежемесячно проводили взвешивание кроликов с целью измерения живой массы, а в возрасте четырех месяцев брали промеры для установления скорости их роста и развития. Экономическая эффективность определялась по данным бухгалтерского учёта затрат на выращивание молодняка и стоимости реализованной продукции. Материалы исследований обработаны на ПК с использованием пакета программ «Microsoft Office».

Результаты. Проведенные исследования показали, что кролики, получавшие с рационом гидропонный зеленый корм, превосходили животных контрольной группы по живой массе после месяца выращивания на 10,15% ($P \geq 0,95$) и через три месяца – на 19,95% ($P \geq 0,99$), по абсолютному приросту – на 37,23% ($P \geq 0,95$) и 33,36% ($P \geq 0,99$), относительному приросту – 21,1 и 5,4% соответственно. Индекс сбитости был также выше у животных опытной группы на 7,1%.

Заключение. Использование гидропонного зеленого корма в кормлении кроликов породы «Серый великан» наряду с увеличением живой массы способствует получению дополнительной прибыли и рентабельности 46,6%.

Ключевые слова: кролики, живая масса, гидропонный зеленый корм, прирост живой массы, индекс сбитости

Abstract

Aim. *The study of the productivity of rabbits when using hydroponic green fodder in feeding rations.*

Materials and Methods. *The experiment was carried out in the conditions of a mini-farm of the agrarian faculty of Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov. According to the principle of analogues, two groups of rabbits of the Gray Giant breed were formed at the age of 2 months. Each group consisted of 10 heads. The period of the experiment is 3 months. Animals of the control group received a general farm ration, the rabbits of the experimental group were nutritionally replaced with alfalfa hay with hydroponic green fodder in the amount of 200 g in the first month of the experiment, 300 g in the second and third months. Rabbits were weighed monthly to measure their live weight, and at the age of four months, measurements were taken to determine the rate of their growth and development. Economic efficiency was determined according to the accounting data for the costs of young animals growing and the cost of products sold. The research materials were processed on a PC using the Microsoft Office software package.*

Results. *The conducted studies showed that the rabbits that received hydroponic green fodder with the diet surpassed the animals of control group in live weight after a month of growing by 10,15% ($P \geq 0.95$) and after three months – by 19.95% ($P \geq 0.99$), in absolute growth – by 37.23% ($P \geq 0.95$) and 33.36% ($P \geq 0.99$), relative growth – 21.1 and 5.4%, respectively. The massiveness index was also higher in the animals of experimental group by 7.1%.*

Conclusion. *The use of hydroponic green fodder in feeding rabbits of the Gray Giant breed, along with an increase in live weight, contributes to additional profit and a profitability of 46.6%.*

Keywords: *rabbits, live weight, hydroponic green fodder, live weight gain, massiveness index*

Введение. Одной из древнейших отраслей животноводства, обеспечивающих население страны разнообразного вида продукцией, является кролиководство. В последние годы интерес к данной отрасли постоянно растет. За сравнительно небольшой период от кроликов можно получить достаточно внушительное количество диетического мяса. Это связано с тем,

что данный вид сельскохозяйственных животных отличается скороспелостью и высокой интенсивностью размножения [1, 2].

Увеличение живой массы и размера кроликов – одна из главных проблем кролиководства. Однако без знания закономерностей роста животного и воздействий на его развитие факторов внешней среды невозможно вести их направленное выращивание, управлять индивидуальным развитием организма [3, 4].

При этом экономически успешное функционирование и перспективное развитие животноводческой отрасли, в том числе и кролиководства, определяется целым рядом факторов. Среди внешних факторов, которые обуславливают скорость и продолжительность роста, одним из наиболее важных является кормление, т.е. качество и количество питательных веществ, полученных животными в период роста [5-7]. Применение новых кормовых ресурсов, позволяющих увеличить продуктивность животных, является одним из перспективных направлений развития кролиководства [8-12].

Гидропонный зеленый корм может быть альтернативным вариантом по сравнению с обычными методами производства кормов, который способствует устойчивой сельскохозяйственной деятельности в засушливых и полузасушливых районах [13-16]. Это сочный корм, приготовленный из семян злаковых или бобовых зерновых культур, пророщенных без почвы гидропонным способом. Данный вид корма является экологически чистым. Его состав отличается максимальным содержанием биологически активных веществ и витаминов. Такой корм хорошо поедается и усваивается животными. При этом производство его характеризуется простотой и экономичностью [17-20].

Несмотря на преимущества гидропонного зеленого корма по сравнению с другими кормами, по-прежнему сохраняются сомнения и отсутствие знаний о надлежащей методологии скормливания и качества производимого корма для кроликов.

Поэтому целью наших исследований было изучить продуктивность кроликов при использовании в рационах кормления гидропонного зеленого корма.

В связи с этим в задачи исследований входило: изучить химический состав гидропонного зеленого корма; исследовать норму введения гидропонного корма для выращиваемых кроликов; изучить влияние гидропонного зеленого корма на рост, развитие и продуктивность кроликов.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе мини-фермы аграрного факультета Калмыцкого государственного университета имени Б.Б. Городовикова. Объектом исследования стало поголовье кроликов породы «Серый великан». Согласно схеме исследований, для проведения опыта были сформированы по принципу аналогов 2 группы кроликов в возрасте 2 месяца по 10 голов в каждой. Опыт проводился в течение 3 месяцев до 5-месячного возраста.

Животные контрольной группы получали общехозяйственный рацион, кроликам опытной группы по питательности заменяли люцерновое сено гидропонным зеленым кормом в количестве 200 г в первый месяц опыта, 300 г – во второй и третий месяцы.

Зеленный гидропонный корм выращивали на установке для производства зеленого гидропонного корма компании ЭЛНАН. Вегетационный модуль выполнен из композитных материалов с ежедневным выходом готового корма до 5 кг/сутки.

Для определения скорости роста и развития нами проведены измерения живой массы путем ежемесячного взвешивания, и в возрасте 4 месяца взяты промеры тела кроликов.

Экономическая эффективность реализации молодняка на мясо определялась по данным бухгалтерского учёта затрат на выращивание и стоимости реализованной продукции.

Материалы исследований обработаны на ПК с использованием пакета программ «Microsoft Office» и определением критерия достоверности разницы по Стьюденту-Фишеру (Плохинский А.П., 1969). При сравнении контрольной группы с опытной достоверность разницы: * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$.

Результаты и обсуждение. Технология гидропонного выращивания зеленого корма для животных считается настоящим прорывом в области животноводства. Отсутствие консервантов, термической, механической обработки, а также добавления химикатов обеспечивают полную экологическую чистоту продукта.

Как показывают данные таблицы 1, в гидропонном зеленом корме содержание протеина выше, чем у фуражного ячменя, на 22,8%.

Таблица 1. Химический состав различных кормов

Table 1. Chemical composition of various fodders

| Показатели <i>Indicators</i> | Гидропонный зеленый корм, в 1 кг сухого вещества <i>Hydroponic green fodder, in 1 kg of dry matter</i> | Ячмень фуражный, в 1 кг сухого вещества <i>Fodder barley, in 1 kg of dry matter</i> | Полнорационный комбикорм КК-65, в 1 кг сухого вещества <i>Complete compound feed KK-65, in 1 kg of dry matter</i> |
|---|---|--|--|
| Обменная энергия, МДж <i>Exchange energy, MJ</i> | 12,0 | 10,7 | 10,3 |
| Сырой протеин, г <i>Crude protein, g</i> | 136,87 | 106,15 | 150,10 |
| Лизин, мг <i>Lysine, mg</i> | 7,36 | 4,87 | 4,91 |
| Метионин, мг <i>Methionine, mg</i> | 2,21 | 1,59 | 2,36 |
| Серин, мг <i>Serine, mg</i> | 5,89 | 0,49 | 0,55 |
| Цистин, мг <i>Cystine, mg</i> | 1,48 | 1,25 | 1,32 |
| Витамин В ₁ , мг <i>Vitamin B₁, mg</i> | 3,68 | 0,78 | 0,81 |
| Витамин В ₂ , мг <i>Vitamin B₂, mg</i> | 8,90 | 1,25 | 1,42 |
| Витамин В ₆ , мг <i>Vitamin B₆, mg</i> | 8,09 | 1,27 | 1,30 |
| Витамин Е, мг <i>Vitamin E, mg</i> | 25,75 | 13,71 | 14,90 |
| Каротин, мг <i>Carotene, mg</i> | 21,12 | 3,25 | 3,90 |

Невысокое содержание протеина в гидропонном зеленом корме по сравнению с комбикормом КК-65 компенсируется более высоким содержанием незаменимых аминокислот: лизина, метионина, серина, цистина.

По наличию витаминов, макро- и микроминеральному составу гидропонные корма значительно опережают зерновые и полнорационные комбикорма.

У представителей породы «Серый великан» мощный костяк, массивная голова, крепкая конституция. Результаты взвешивания приведены в таблице 2.

По энергии роста кролики опытной группы, получавшие гидропонный зеленый корм, превосходят животных контрольной группы. После месяца выращивания разница в живой массе составила 224 г или 10,15% ($P \geq 0,95$) в пользу животных опытной группы. За третий месяц опыта разница в живой массе между кроликами опытной и контрольной групп составила 807 г, то есть животные опытной группы превосходили своих сверстников на 19,95% ($P \geq 0,99$).

Таблица 2. Динамика живой массы кроликов, грамм

Table 2. Dynamics of the live weight of rabbits, grams

| Возраст, мес. Age, month | Группы Groups | |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| | контрольная control | опытная experimental |
| 2 | 1470±86 | 1420±67 |
| 3 | 2206±66 | 2430±55* |
| 4 | 3005±72 | 3465±56 |
| 5 | 4045±64 | 4852±67** |

По результатам взвешивания были рассчитаны абсолютный и относительный прирост живой массы тела кроликов (таблица 3).

Таблица 3. Абсолютный и среднесуточные приросты живой массы

Table 3. Absolute and average daily gains of live weight

| Возраст, мес. Age, month | Абсолютный прирост, г Absolute gain, g | | Среднесуточный прирост, г Average daily gain, g | |
|-----------------------------|---|-------------------------|--|-------------------------|
| | Группы Groups | | Группы Groups | |
| | контрольная control | опытная experimental | контрольная control | опытная experimental |
| 2-3 | 736±36 | 1010±42* | 24,5±1,2 | 33,7±0,8** |
| 3-4 | 799±42 | 1035±34* | 27,4±1,0 | 34,3±1,1** |
| 4-5 | 1040±38 | 1387±32** | 34,7±0,9 | 46,2±0,9*** |
| За период For the period | 2575 | 3432 | 28,9 | 38,1 |

По абсолютному приросту кролики опытной группы превосходили сверстников из контрольной группы в первый месяц откорма на 274 г или 37,23% ($P \geq 0,95$), во второй месяц – на 236 г или 29,54% ($P \geq 0,95$) и в третий месяц – на 347 г или 33,36% ($P \geq 0,99$). По среднесуточному приросту превосходили сверстников из контрольной группы в течение всего периода выращивания. В конце откорма разница в среднесуточном приросте увеличилась до 11,5 г или 33,14% ($P \geq 0,999$) и составила в опытной группе 46,2 г.

Об интенсивности роста кроликов, получавших гидропонный зеленый корм, свидетельствуют данные относительного прироста (рисунок 1).

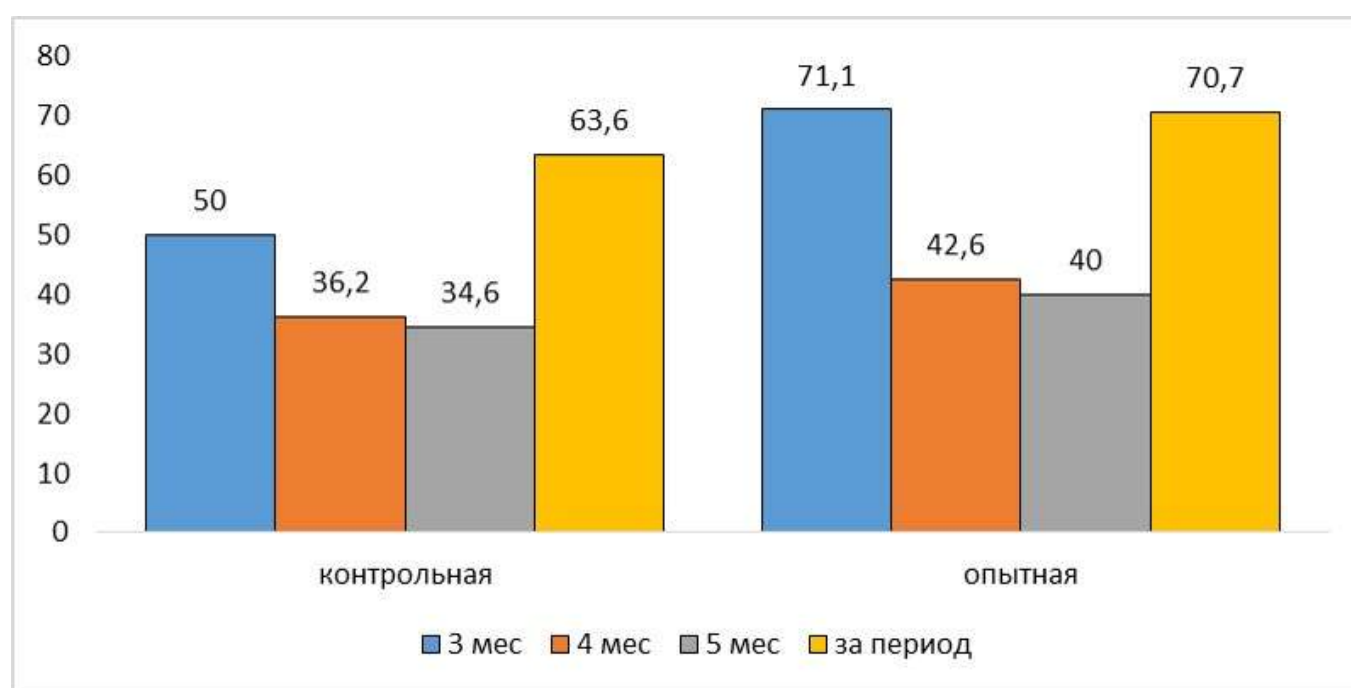


Рисунок 1. Относительный прирост живой массы кроликов, %

Figure 1. Relative gain of live weight of rabbits, %:

контрольная / control; опытная / experimental; 3 мес. / 3 month; 4 мес. / 4 month; 5 мес. / 5 month; за период / for the period

В зависимости от возраста показатели относительного прироста в обеих группах за 3 месяца снижаются. В первый месяц выращивания относительный прирост в опытной группе составил 71,1%, а в контрольной – 50,0% или на 21,1% ниже. В конце выращивания разница в относительном приросте составила 5,4%.

По классификации современные ученые подразделяют кроликов на широкоотелый, узкотелый и промежуточный конституционный типы. Для определения конституционального типа кроликов вычисляют индекс сбитости по отношению обхвата груди к длине туловища, выраженное в процентах.

Индекс сбитости кроликов широкоотелого типа составляет 65% и выше. Кролики узкотелого типа имеют индекс сбитости 55%. Животные промежуточного типа имеют индекс сбитости 56-64%.

В зависимости от условий кормления показатели промеров тела кроликов в обеих группах значительно отличались (таблица 4). В контрольной группе индекс сбитости был ниже, чем в опытной группе, и составил 67,2%, а в контрольной – 60,1% или на 7,1% ниже. Это свидетельствует о том, что по типу конституции опытная группа относится к широкоотелому типу, что соответствует стандарту породы.

Таблица 4. Промеры и индекс тела кроликов

Table 4. Measurements and body index of rabbits

| Группа <i>Group</i> | Обхват груди, см <i>Chest girth, cm</i> | Длина туловища, см <i>Length body cm</i> | Длина уха, см <i>Length ear, cm</i> | Индекс сбитости, % <i>Massiveness index, %</i> | Тип конституции <i>Type of constitution</i> |
|--------------------------------|--|---|--|---|--|
| Контрольная <i>Control</i> | 32 | 53 | 14 | 60,1 | промежуточный <i>intermediate</i> |
| Опытная <i>Experimental</i> | 37 | 55 | 15 | 67,2 | широкоотелый <i>broad-bodied</i> |

По результатам научно-хозяйственного опыта, по средней реализационной цене на крольчатину была рассчитана условная экономическая эффективность выращивания кроликов на гидропонном зеленом корме.

При одинаковой реализационной цене от животных опытной группы получено больше прироста, выручка от реализации прироста по опытной группе составила 755 рублей. Прибыль в опытной группе составила 242 рубля, в контрольной группе – 141 руб. при рентабельности соответственно 46,6 и 33,7%.

Заключение. Приведенные данные свидетельствуют, что использование гидропонного зеленого корма в кормлении кроликов наряду с увеличением живой массы на 19,95% и прироста животных при выращивании на 347 г способствует получению дополнительной прибыли при рентабельности 46,6%.

Список источников

1. Kvartnikov M.P., Kvartnikova E.G. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 848. № 01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
2. Gorlov I.F., Semenova I.A., Knyazhechenko O.A., Mosolov A.A., Karpenko E.V. Assessment of the impact of new complex feed additives in the production of rabbit meat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548 (8). № 082073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/8/082073>.

3. Балакирев Н.А. Современное состояние клеточного пушного звероводства в мире // Кролиководство и звероводство. 2021. № 3. С. 9-15. https://doi.org/10.52178/00234885_2021_3_9.
4. Балакирев Н.А., Тинаева Е.А., Тинаев Н.И., Шумилина Н.Н. Кролиководство. М.: КолосС, 2007. 232 с.
5. Gidenne T., Garreau H., Maertens L., Drouilhet L. Feed efficiency in rabbit farming: ways of improvement, technico-economical and environmental impacts // *Inra Productions Animales*. 2019. Vol. 32 (3). P. 431-444.
6. Piles M., Sánchez J.P. Use of group records of feed intake to select for feed efficiency in rabbit // *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2019. Vol. 136 (6). P. 474-483. <https://doi.org/10.1111/jbg.12395>.
7. Gidenne T., Garreau H., Drouilhet L., Aubert C., Maertens L. Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects // *Animal Feed Science and Technology*. 2017. Vol. 225. P. 109-122. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.016>.
8. Плотников В.Г. Эволюция технологий в кролиководстве // Кролиководство и звероводство. 2010. № 1. С. 17-22.
9. Тинаев Н.И. Сравнительная оценка пород кроликов по хозяйственно полезным признакам // Кролиководство и звероводство. 2009. № 6. С. 16-17.
10. Лыткина Л.И., Шенцова Е.С., Востроилов А.В., Курчаева Е.Е., Калашникова С.В., Максимов И.В. Влияние комбикормов, обогащенных пребиотическим комплексом А2, на продуктивные показатели кроликов // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2019. Т. 81. № 2 (80). С. 208-217. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-208-217>.
11. Горлов И.Ф., Княжеченко О.А., Мосолов А.А. Изучение эффективности лактулозосодержащих добавок в рационах кроликов // Кролиководство и звероводство. 2022. № 1. С. 23-29. https://doi.org/10.52178/00234885_2022_1_23.
12. Фролова В.Д., Зайцев В.В., Зайцева Л.М., Сеитов М.С. Эффективность введения суспензии хлореллы в рацион кроликов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019. № 6 (80). С. 292-294.
13. Басарыгина Е.М., Шушарин А.В. Энергосберегающая технология производства гидропонного корма // *Техника и оборудование для села*. 2012. № 9 (182). С. 8-10.
14. Мудуев Ш.С., Мельхашев М.М. Внедрение новых технологий производства качественных кормов – основа повышения конкурентоспособности продукции животноводства // *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2014. № 4. С. 102-107.
15. Соколов В.В. Гидропонный зеленый корм как эффективное решение в кормлении животных // *Farm news*. 2018. № 4. С. 54-55.
16. Яковчик Н.С., Мордань Г.Г. Зеленый гидропонный корм – круглый год // *Наше сельское хозяйство*. 2017. № 4. С. 2-7.
17. Мацерушка А.Р., Белик Н.И., Станишевская О.И. Биологическая ценность гидропонного зеленого корма для коров // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2016. № 45. С. 118-123.
18. Попов В.В. Гидропонный корм: достоинства и недостатки, качество и эффективность // *AFP*. 2019. № 3. С. 86-101. <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2019-3-86-101>.

19. Bakshi M.P.S., Wadhwa M., Makkar Harinder P.S. Hydroponic fodder production: A critical assessment // *Broadening Horizons*. 2017. № 48. P. 1-10.
20. Naik P.K., Swain B.K., Singh N.P. Production and utilization of hydroponics fodder // *Indian J. Anim. Nutr.* 2015. V. 32, no 1. P. 1-9.

References

1. Kvartnikov M.P., Kvartnikova E.G. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(848):01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
2. Gorlov I.F., Semenova I.A., Knyazhechenko O.A., Mosolov A.A., Karpenko E.V. Assessment of the impact of new complex feed additives in the production of rabbit meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020;548(8):082073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/8/082073>.
3. Balakirev N.A. The current state of the caged-animal fur farming in the world. *Krolikovodstvo i Zverovodstvo = Rabbit breeding and fur farming*. 2021;(3):9-15. (In Russ.). https://doi.org/10.52178/00234885_2021_3_9.
4. Balakirev N.A., Tinaeva E.A., Tinaev N.I., Shumilina N.N. Rabbit breeding. M.: KolosS Publ.; 2007. 232 p. (In Russ.).
5. Gidenne T., Garreau H., Maertens L., Drouilhet L. Feed efficiency in rabbit farming: ways of improvement, technico-economical and environmental impacts. *INRA Prod. Anim.* 2019;32(3):431-444.
6. Piles M., Sánchez J.P. Use of group records of feed intake to select for feed efficiency in rabbit. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2019;136(6):474-483. <https://doi.org/10.1111/jbg.12395>.
7. Gidenne T., Garreau H., Drouilhet L., Aubert C., Maertens L. Improving feed efficiency in rabbit production, a review on nutritional, technico-economical, genetic and environmental aspects. *Animal Feed Science and Technology*. 2017;(225):109-122. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.016>.
8. Plotnikov V.G. Evolution of technologies of rabbit farming. *Krolikovodstvo i Zverovodstvo = Rabbit breeding and fur farming*. 2010;(1):17-22. (In Russ.).
9. Tinaev N.I. Comparative estimation of breeds of rabbits to economic useful signs. *Krolikovodstvo i Zverovodstvo = Rabbit breeding and fur farming*. 2009;(6):16-17. (In Russ.).
10. Lytkina L.I., Shentsova E.C., Vostroilov A.V., Kurchaeva E.E., Kalashnikova S.V., Maksimov I.V. The impact of compound feeds with probiotic complexes on metabolism and productive indicators of rabbits. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019;81(2):208-217. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-208-217>.
11. Gorlov I.F., Knyazhechenko O.A., Mosolov A.A. Study of the effectiveness of lactulose-containing supplements in rabbit diets. *Krolikovodstvo i Zverovodstvo = Rabbit breeding and fur farming*. 2022;(1):23-29. (In Russ.). https://doi.org/10.52178/00234885_2022_1_23.
12. Frolova V.D., Zaitsev V.V., Zaitseva L.M., Seitov M.C. Effectiveness of introducing the chlorella suspension into the diet of rabbits. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo*

- agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2019;80(6):292-294. (In Russ.).
13. Basarygina E.M., Shusharin A.V. An energy saving technology of hydroponic fodder production. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = Machinery and Equipment for Rural Area*. 2012;182(9):8-10. (In Russ.).
 14. Muduev Sh.S., Melkhashev M.M. Implementation of new technologies of production of high quality feed is the foundation of improving the competitive ability of cattle breeding products. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki = Regional problems of economic transformation*. 2014;(4):102-107. (In Russ.).
 15. Sokolov V.V. Hydroponic green fodder as an effective solution in animal nutrition. *Farm news*. 2018;(4):54-55. (In Russ.).
 16. Yakovchik N.S., Mordan G.G. Green hydroponic fodder – all year round. *Nashe sel'skoe hozyajstvo = Our agriculture*. 2017;(4):2-7. (In Russ.).
 17. Matserushka A.R., Belik N.I., Stanishevskaya O.I. Biological value of hydroponic green fodder for cows. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2016;(45):118-123. (In Russ.).
 18. Popov V.V. Hydroponic fodder: merits and demerits, quality and efficacy. *AFP*. 2019;(3):86-101. (In Russ.). <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2019-3-86-101>.
 19. Bakshi M.P.S., Wadhwa M., Makkar Harinder P.S. Hydroponic fodder production: A critical assessment. *Broadening Horizons*. 2017;(48):1-10.
 20. Naik P.K., Swain B.K., Singh N.P. Production and utilization of hydroponics fodder. *Indian J. Anim. Nutr.* 2015;32(1):1-9.

Вклад авторов: Борис С. Убушаев, Наталья Н. Мороз отвечали за литературный обзор и проведение научных исследований. Алексей А. Харченко, Санал Б. Горяев и Хасыр В. Найминов осуществляли подбор статистических данных, их обработку и оформление в табличном формате. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Author's contribution: Boris S. Ubushaev and Natalia N. Moroz were responsible for the literary review and conducting scientific research. Alexey A. Kharchenko, Sanal B. Goryaev and Hasyr V. Naiminov carried out the selection of statistical data, their processing and formatting in tabular format. 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):

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

Харченко Алексей Алексеевич – магистрант 2 курса, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: alexei5399@mail.ru;

Горяев Санал Бадмаевич – магистрант 1 года обучения, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: ubuschbs@mail.ru;

Найминов Хасыр Владимирович – студент 3 курса, Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова; 358011, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: Naiminov95@mail.ru.

Information about the authors (excluding the contact person):

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>;

Alexey A. Kharchenko – 2nd year Master's Student, 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: alexei5399@mail.ru;

Sanal B. Goryaev – 1st year Master's Student, 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;

Hasyr V. Naiminov – 3rd year Student, 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: Naiminov95@mail.ru.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 23.05.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 22.06.2022;
принята к публикации / *accepted for publication*: 24.06.2022

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

Научная статья / *Original article*

УДК 637.522

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-18-67-78

ВЕТЧИНА РУБЛЕНАЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ЛАКТУЛОЗЫ
И ПИЩЕВОЙ ДОБАВКИ «ГЛИМАЛАСК»
ДЛЯ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ

CHOP HAM WITH ADDITION OF LACTULOSE
AND GLIMALASK FOOD ADDITIVE
FOR GERODIETIC NUTRITION

¹Алексей Н. Сивко, доктор биологических наук, доцент

¹Юрий Д. Данилов, кандидат технических наук

²Аркадий К. Натыров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

²Алина Г. Суходолова, магистрант

¹*Aleksei N. Sivko, doctor of biological sciences, associate professor*

¹*Yuri D. Danilov, candidate of technical sciences*

²*Arkady K. Natyrov, doctor of agricultural sciences, professor*

²*Alina G. Sukhodolova, master student*

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

²Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, Элиста

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

²*Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Republic of Kalmykia, Russia*

Контактное лицо: Данилов Юрий Дмитриевич, кандидат технических наук, младший научный сотрудник
отдела по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции, Поволжский научно-
исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волго-
град, ул. Рокоссовского, д. 6;

e-mail: niimmp@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6157-4479>.

Формат цитирования: Сивко А.Н., Данилов Ю.Д., Натыров А.К., Суходолова А.Г. Ветчина рубленая с
добавлением лактулозы и пищевой добавки «Глималаск» для геродиетического питания // Аграрно-
пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 67-78. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-67-78>.

Principal Contact: Yuri D. Danilov, Candidat of Thechnical Sci., Junior Researcher of the of the Department for
Storage and Processing of Agricultural Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of
Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: niimmp@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6157-4479>.

How to cite this article: Sivko A.N., Danilov Y.D., Natyrov A.K., Sukhodolova A.G. Chop ham with addition of
lactulose and Glimalask food additive for gerodietic nutrition. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):67-78.
(In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-67-78>.

Резюме

Цель. Разработать линейку мясной продукции – ветчину рубленую геродиетической направленности с применением различных видов мясного сырья, лактулозы и пищевой добавки «Глималаск», обладающую пониженным содержанием жира и сахарозы и повышенным содержанием белка и величины основного обмена (ВОО).

Материалы и методы. Объектами исследования послужили: образцы ветчины вареной, выполненные по ГОСТ 31790-2012 и авторской рецептуре с добавлением лактулозы и пищевой добавки «Глималаск». При приготовлении контрольного и опытных образцов использовали: говядину охлажденную I категории – по ГОСТ 34120-2017, филе цыпленка-бройлера – по ГОСТ 31936-2012, свинину жилованную нежирную без видимых включений жировой ткани, охлажденную – по ГОСТ 31476-2012, соль нитритную – по ГОСТ Р 58859-2020, сахар-песок – по ГОСТ 33222-2015, лактулозу «Премиум» – по ТУ 9197-055-54863068-2014, комплексную пищевую добавку «Глималаск» (ТУ 2639-182-10514645-12), фосфат пищевой Namifos 304 (трифосфат натрия 5-тизамещенный (E451i), содержание P₂O₅ минимум 56,0% (производитель: Fosfa a.s., Чехия); воду питьевую – по ГОСТ Р 51232-98. Выработка и исследования контрольного и опытных образцов проведены по общепринятым методикам в соответствии с нормативно-технической документацией. Органолептические показатели качества образцов в ходе исследовательской работы определяли в соответствии с ГОСТ 9959-2015. Использовали 5-балльную шкалу с учетом коэффициента весомости органолептических показателей. Массовую долю хлористого натрия (поваренной соли) определяли по ГОСТ 9957-2015. Массовую долю белка определяли по ГОСТ 25011-2017. Массовую долю жира определяли по ГОСТ 23042-2015. Массовую долю нитрита определяли по ГОСТ 29299-92.

Результаты. Разработаны рецептуры и технологическая схема ветчины вареной геродиетической направленности с повышенным содержанием белка, без добавления сахара и пониженной жирностью, обладающей высокими потребительскими качествами, без ухудшения органолептических характеристик.

Заключение. Обоснована целесообразность использования лактулозы и пищевой добавки «Глималаск» в производстве ветчины рубленой с частичной заменой свинины на мясо грудки бройлеров и говядину. Созданные рецептуры ветчины рубленой расширяют ассортимент мясных изделий, относящихся к категории геродиетического питания.

Ключевые слова: ветчина рубленая вареная, лактулоза, пищевая добавка «Глималаск», геродиетическое питание

Abstract

Aim. To develop a line of meat products – chopped gerodietic ham using various types of meat raw materials, lactulose and Glimalask food additive, which has a reduced fat and sucrose content and an increased protein content and basal metabolic rate (BMR).

Materials and Methods. The objects of the study were: samples of boiled ham, made in accordance with GOST 31790-2012 and the author's recipe, with the addition of lactulose and Glimalask food additive. In the preparation of control and experimental samples, the following was used: chilled beef of category I – according to GOST 34120-2017, broiler chicken fillet – according to GOST 31936-2012, trimmed lean pork without visible inclusions of adipose tissue, chilled – according to GOST 31476-2012, nitrite salt – according to GOST R 58859-2020, granulated sugar – according to GOST 33222-2015, lactulose "Premium" – according to TU 9197-055-54863068-2014, Glimalask complex food additive (TU 2639-182-10514645-12), food phosphate Namifos 304 (sodi-

um triphosphate 5-substituted (E451i), P₂O₅ content of at least 56.0% (manufacturer: Fosfa a.s., Czech Republic); drinking water – according to GOST R 51232-98. Development and research of control and prototype samples were carried out according to generally accepted methods in accordance with regulatory and technical documentation. Organoleptic quality indicators of samples in the course of research were determined in accordance with GOST 9959-2015. A 5-point scale was used taking into account the weight coefficient of organoleptic indicators. Mass fraction of sodium chloride (common salt) was determined according to GOST 9957-2015. Mass fraction of protein was determined according to GOST 25011-2017. Mass fraction of fat was determined according to GOST 23042-2015. Mass fraction of nitrite was determined according to GOST 29299-92.

Results. *Recipes and a technological scheme of boiled gerodietic ham with a high protein content, no added sugar and low fat content, which have high consumer qualities without compromising organoleptic characteristics, have been developed.*

Conclusion. *The expediency of using lactulose and Glimalask food additive in the production of chopped ham with partial replacement of pork with broiler breast meat and beef has been substantiated. The created chopped ham recipes expand the range of meat products belonging to the category of gerodietic nutrition.*

Keywords: *chopped boiled ham, lactulose, Glimalask food additive, gerodietic nutrition*

Введение. Как известно, питание определяет здоровье человека. Сбалансированный состав рациона обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма, а также способствует профилактике различных заболеваний [1]. Проблема старения организма была и остается актуальной проблемой человечества. И одним из значимых факторов, ускоряющих этот процесс, является неправильное питание. В связи с этим разработка и внедрение серии продуктов для геродиетического питания являются одними из главных задач в рамках государственной политики в области здорового питания [2, 3]. При этом следует учитывать вкусовые привычки населения, стараться выпускать продукты, которые будут пользоваться хорошим спросом на отечественном рынке мясных продуктов.

Среднегодовое потребление колбасных изделий в Российской Федерации в среднем составляет 15 кг, из которых более 50% приходится на вареные колбасные изделия. Объем рынка за первое полугодие 2021 года вырос по сравнению с 2013 годом на 0,6% (после продолжительного спада с 2014 года по 2020 год), прогнозируются значительные темпы роста [4].

Эти цифры позволяют говорить о том, что рынок достаточно насыщен вареными колбасными изделиями. При этом российские покупатели мало обращают внимания на ветчину, ее потребление составляет всего 0,5 кг в год на душу населения, в то время как в Западной Европе эта цифра составляет 2,5 кг. Основные тенденции в производстве и рецептурном составе ветчины – снижение количества вносимой поваренной соли, а также содержания жира при одновременном повышении содержания белка [5].

Например, в традиционной рецептуре продукта из свинины «Ветчина для завтрака высшего сорта» (ГОСТ 18236-85) содержание соли пищевой, нитрита натрия (2,5%-ный раствор), сахара превышает допустимые современные нормы. Кроме того, поменялось отношение к технологии изготовления и видам используемого сырья. Также популярно мнение, что сахар-песок оказывает негативное влияние на организм человека. Употребление белого кристаллического сахара становится причиной развития атеросклероза, чрезмерного развития жировых отложений, повышается риск развития сахарного диабета и кариеса [6].

Пищевая соль часто выступает провоцирующим фактором развития артериальной гипертонии. Еще во время существования СССР, с начала 60-х годов XX века, проводилась ме-

тодичная работа по минимальному применению нитритов в производстве колбас и мяскопеченостей, так как есть опасность образования нитрозоаминов в готовых мясных гастрономических продуктах [7]. Нитрозосоединения участвуют в процессах нарушения функционально важных макромолекул: ДНК, РНК, белков, индуцируя опухоли разнообразных локализаций.

Учитывая современные требования нормативных документов и потенциальных покупателей, было принято решение о разработке рецептуры ветчины рубленой геродиетической направленности, обогащенной лактулозой, глицином, витамином С и яблочной кислотой.

Известно, что лактулоза внесена в список основных лекарственных средств Всемирной организацией здравоохранения (в группе лекарств при боли и паллиативном уходе) [8, 9]. Лактулоза применяется для предупреждения и лечения хронических запоров, диарей, колитов, печеночной, почечной недостаточности, сахарного диабета, остеопороза, сальмонеллеза, послеоперационных осложнений и других патологических состояний [10, 11].

Аминокислота (глицин) обладает антиоксидантным, антиокислительным, антидепрессивным свойством, активно применяется как противосудорожный препарат, оказывает успокоительное действие, положительно сказывается на работе желудочно-кишечного тракта [12, 13]. Глицин обладает антиокислительным свойством, а также применяется в качестве загустителя.

Аскорбиновая кислота обнаружена во всех тканях человека, вовлечена в химические реакции в соединительной ткани, способствует всасыванию железа в кишечнике, является антиоксидантом прямого действия, стимулирует работу иммунной системы, препятствует прогрессированию атеросклероза, снижает восприимчивость к инфекциям [13].

Яблочная кислота считается важным продуктом в промежуточном звене обмена веществ человека, обладает тонизирующим действием, показана при гипертонии, оказывает положительное действие на работу печени и почек, защищает эритроциты от воздействия некоторых лекарств, особенно противораковых [13]. Яблочная кислота, содержащаяся в пищевой добавке «Глималаск», обладает консервирующим действием, а аскорбиновая кислота выступает в роли синергиста антиокислителя. Аскорбиновая кислота выступает в роли донора водорода, необходимого для регенерации антиокислителей. Действие антиокислителя и аскорбиновой кислоты основано на переводе в неактивную форму ионов металлов, катализирующих окисление.

Предполагается, что полученная по экспериментальной рецептуре ветчина рубленая будет обладать высокими потребительскими качествами: увеличение содержания белка при одновременном снижении жира, сахарозы с целью снижения уровня холестерина в организме потребителя. По органолептическим показателям ожидается получение насыщенного цвета, выраженного вкуса и запаха, мягкой консистенции.

Материалы и методы. Объектами исследования послужили: образцы ветчины вареной, выполненные по ГОСТ 31790-2012 и авторской рецептуре с добавлением лактулозы и пищевой добавки «Глималаск».

При создании вареного ветчинного изделия геродиетической направленности из двух возможных путей разработки – прижизненной модификации и алиментарного шунтирования, был выбран последний [14].

За основу взяли традиционную рецептуру «Ветчина для завтрака» категории А (ГОСТ 31790-2012), нежирную свинину частично заменяли в опытных образцах говядиной жилованной I категории и мясом филе цыпленка-бройлера [15]. Полную замену мясного сырья не осуществляли, так как это бы привело к потере привычного вкуса и аромата.

Оболочки. Использовались синюги говяжьей, искусственные целлофановые трехслойные и другие диаметром 120-140 мм.

Органолептические показатели качества в ходе исследовательской работы определяли в соответствии с ГОСТ 9959-2015. Использовали 5-балльную шкалу с учетом коэффициента весомости органолептических показателей. Оценка уровня качества продуктов с учетом коэффициента весомости каждого органолептического показателя $O_{\text{качества}}$ в баллах вычисляли по формуле:

$$O_{\text{качества}} = \frac{\sum(K \times B)}{10},$$

где K – коэффициент весомости каждого органолептического показателя; B – оценка каждого показателя, балл; 10 – общая сумма числовых значений коэффициентов весомости органолептических показателей.

При проведении расчетов оценки каждого органолептического показателя использовали приложения, указанные в ГОСТ 9959-2015.

Массовую долю хлористого натрия (поваренной соли) определяли по ГОСТ 9957-2015. Метод основан на титровании иона хлора, выделенного из мяса, мясных и мясосодержащих продуктов, ионом серебра в нейтральной среде в присутствии калия хромово-кислого в качестве индикатора.

Массовую долю белка определяли по ГОСТ 25011-2017. Метод основан на минерализации органических веществ пробы с последующим определением азота по количеству образовавшегося аммиака.

Массовую долю жира определяли по ГОСТ 23042-2015. Метод основан на многократной экстракции жира растворителем из высушенной анализируемой пробы в экстракционном аппарате Сокслета с последующим удалением растворителя и высушиванием выделенного жира до постоянной массы.

Массовую долю нитрита определяли по ГОСТ 29299-92 (ИСО 2918-75). Сущность метода: экстрагирование пробы горячей водой, осаждение белков и фильтрование. Получение красной окраски в присутствии нитрита путем добавления к фильтрату аминобензола сульфамида и N-1-нафтилэтилендиамина дигидрохлорида и фотометрическое измерение при длине волны 538 нм.

Исследования проводили в комплексной аналитической лаборатории Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции. Теоретико-аналитические исследования проводились с использованием широкого спектра отечественных и иностранных информационных источников.

Результаты и обсуждение.

Технология ветчины рубленой для геродиетического питания

При приготовлении контрольного и опытных образцов использовали: говядину охлажденную I категории (по ГОСТ 34120-2017), филе цыпленка-бройлера (по ГОСТ 31936-2012 «Полуфабрикаты из мяса и пищевых субпродуктов птицы»), свинину жилованную нежирную без видимых включений жировой ткани, охлажденную (ГОСТ 31476-2012), соль нитритную (ГОСТ Р 58859-2020), сахар-песок (ГОСТ 33222-2015), лактулозу «Премиум» (ТУ 9197-055-54863068-2014), комплексную пищевую добавку «Глималаск» (разработана коллективом ГНУ НИИММП и выработана в соответствии с ТУ 2639-182-10514645-12), содержащую в своем составе (%): аминокислотная кислота – 80; аскорбиновая кислота – 12; яблочная кислота – 8; фосфат пищевой Namifos 304 (трифосфат натрия 5-тизамещенный (E451i), содержание P_2O_5 минимум 56,0% (производитель: Fosfa a.s., Чехия); воду питьевую (ГОСТ Р 51232-98).

В качестве оболочки использовали «карман» для колбасы «Фиброуз» (производитель: Walsroder Casings GmbH, Германия) – это отрезок фиброузной оболочки с наклеенной на оболочку сеткой и с петлей для подвешивания. Подвешенное за петлю изделие отличается тем, что не имеет следов от соприкосновения с технологическим оборудованием. Далее изделие клипсуется на всех видах клипсаторов, формуется вручную. Характеристики: калибр: 60 мм, в упаковке: 30 см, уровень адгезии: средний (стандартная адгезия), плетение: квадрат, цвет: бесцветный, фаршеемкость на 1 м: до 2,1 кг. Перед набивкой оболочку замачивали в холодной воде (до 20°C) на 5-15 минут.

При выборе мясного сырья для экспериментальных образцов руководствовались тем, что в говядине и мясе филе цыплят-бройлеров содержится меньше жира, чем в свинине, но данные виды мяса содержат больше белка. Снижение калорийности продукта связано еще и с величиной основного обмена (ВОО) энергии: белки увеличивают ВОО на 30-40%, а при метаболизме жиров, который происходит в организме человека, ВОО повышается всего на 4-14%.

В экспериментальные образцы ветчины рубленой были введены: лактулоза, пищевая добавка «Глималаск», фосфаты (таблица 1).

Таблица 1. Характеристика рецептурных составов образцов ветчины рубленой

Table 1. Characteristics of prescription compositions of samples chopped ham

| Наименование сырья <i>Name of raw material</i> | Норма, кг на 100 кг несоленого сырья <i>Norm, kg per 100 kg of unsalted raw materials</i> | | | |
|--|--|---|---|---|
| | контрольный образец <i>control sample</i> | опытный образец № 1 <i>prototype no. 1</i> | опытный образец № 2 <i>prototype no. 1</i> | опытный образец № 3 <i>prototype no. 1</i> |
| Говядина жилованная I категории <i>Trimmed beef I category</i> | – | 50,0 | – | 30,0 |
| Филе цыпленка-бройлера <i>Broiler chicken fillet</i> | – | – | 50,0 | 30,0 |
| Свинина жилованная нежирная <i>Lean trimmed pork</i> | 100,0 | 50,0 | 50,0 | 40,0 |
| ИТОГО несоленого сырья <i>TOTAL unsalted raw materials</i> | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Соль нитритная (0,6% NaNO ₂) <i>Nitrite salt</i> | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Сахар-песок <i>Sugar</i> | 0,3 | – | – | – |
| Лактулоза (порошок) <i>Lactulose (powder)</i> | – | 0,93 | 0,93 | 0,93 |
| Комплексная пищевая добавка «Глималаск» <i>Glimalask complex food additive</i> | – | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| Фосфат пищевой (56% P ₂ O ₅) <i>Food grade phosphate</i> | – | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Вода <i>Water</i> | 25,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 |
| ИТОГО <i>TOTAL</i> | 127,4 | 128,35 | 128,35 | 128,35 |

Составлена схема технологических процессов производства рубленой ветчины геродиетической направленности (рисунок 1).

Количество лактулозы по сравнению с сахаром-песком было увеличено, так как сладость лактулозы составляет 0,48-0,62 по отношению к сахарозе, если последнюю принять за единицу [17].

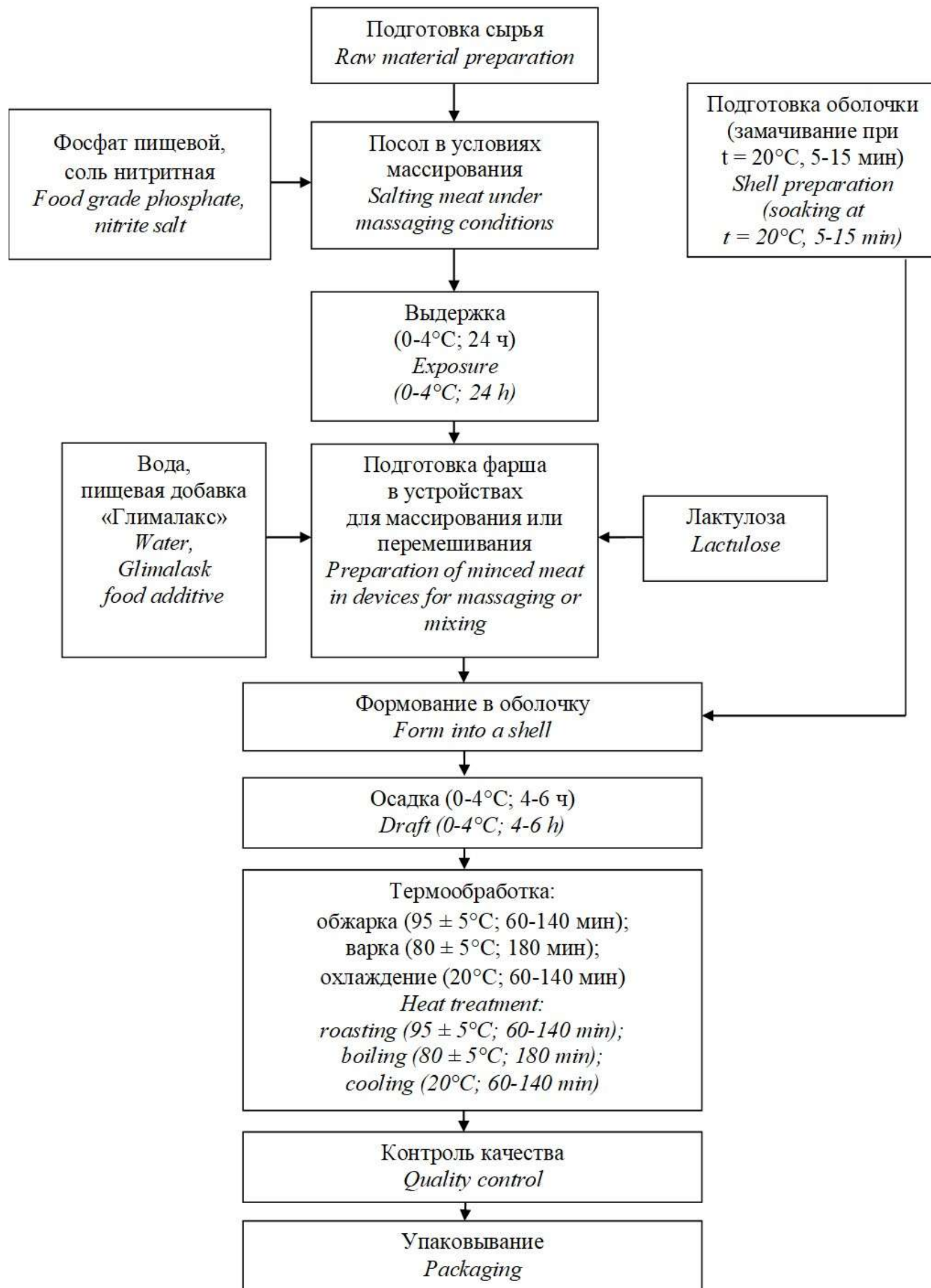


Рисунок 1. Технологическая схема производства опытных образцов ветчины рубленой
Figure 1. Technological scheme for the production of prototypes of chopped ham

Физико-химическим исследованиям были подвергнуты все четыре опытных образца ветчины рубленой. Полученные данные представлены в таблице 2. По сравнению с контрольным образцом установлено снижение массовой доли жира на 8,3; 10,8 и 9,0% в образцах № 1-3 соответственно, хлористого натрия – на 0,5% для всех экспериментальных образцов при ожидаемом увеличении массовой доли белка на 4,3; 4,5 и 4,1% в образцах № 1-3 соответственно.

Таблица 2. Результаты физико-химических исследований опытных образцов ветчины рубленой
Table 2. Results of physical and chemical studies of experimental samples of chopped ham

| Наименование показателя <i>Name of indicator</i> | Значение показателей <i>Meaning of indicators</i> | | | |
|---|--|---|---|---|
| | контрольный образец <i>control sample</i> | опытный образец № 1 <i>prototype no. 1</i> | опытный образец № 2 <i>prototype no. 2</i> | опытный образец № 3 <i>prototype no. 3</i> |
| Массовая доля хлористого натрия (пищевой соли), % <i>Mass fraction of sodium chloride (edible salt), %</i> | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Массовая доля белка, % <i>Mass fraction of protein, %</i> | 14,5 | 18,8 | 19,0 | 18,6 |
| Массовая доля жира, % <i>Mass fraction of fat, %</i> | 24,3 | 16,0 | 13,5 | 15,3 |
| Массовая доля нитрита натрия, % <i>Mass fraction of sodium nitrite, %</i> | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Остаточная активность кислой фосфатазы, % <i>Residual activity of acid phosphatase, %</i> | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,006 |

Следующим этапом было проведено исследование органолептических показателей контрольного и экспериментальных образцов ветчины рубленой. Органолептическая оценка является важным критерием при определении качества готовой продукции. Оценка запаха, вкуса цвета и других органолептических маркеров проводили по пятибалльной шкале. Результаты анализа показаны на профилограмме (рисунок 2).

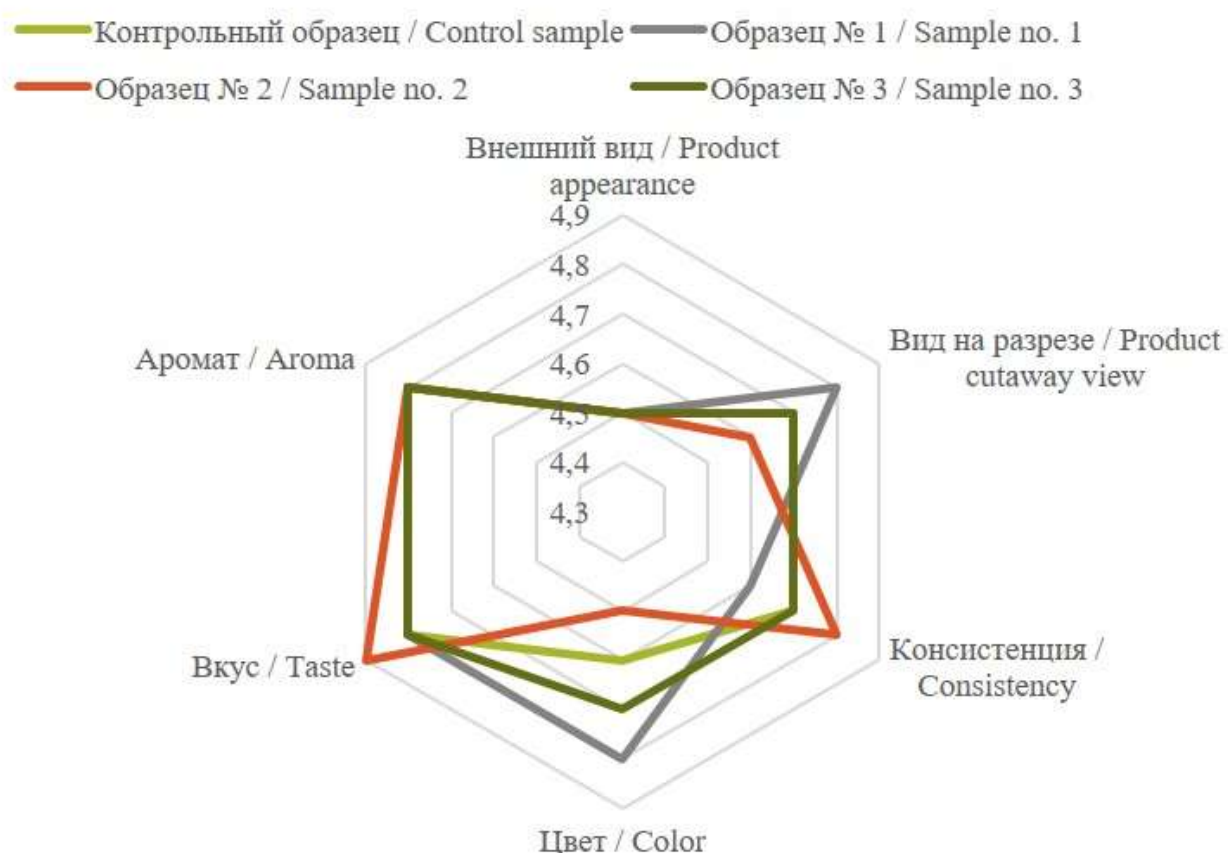


Рисунок 2. Профилограмма органолептических показателей ветчины
Figure 2. Profilogram of organoleptic indicators of ham

При проведении органолептической оценки было выявлено, что экспериментальные образцы имели сходные показатели с контрольным, а по некоторым даже превосходили его. Так, по показателям внешнего вида и аромата все образцы имели одинаковые оценки. Вкус всех исследуемых позиций продукта оказался специфическим ветчинным, с приятным ароматом. Самую высокую оценку по показателю «вид на разрезе» получил образец № 1 благодаря наличию говядины в составе фарша, окрашивающей фарш в более яркий красный оттенок, то же относится и к показателю цвета. Однако по консистенции образец № 1 получил наименьшую оценку (4,60), так как говядина имеет более плотную текстуру. Тем не менее средние значения органолептической оценки – 4,68; 4,72; 4,68 и 4,70 баллов для контрольного и образцов № 1-3 соответственно, говорят о том, что замена свинины на другие виды мяса, а также внесение лактулозы и добавки «Глималаск» в рецептуру ветчины рубленой не оказывает негативного влияния на привычные вкусовые свойства продукта.

Введение пищевой добавки «Глималаск» позволило уменьшить количество нитритной соли в рецептуре опытных образцов ветчины. При этом окраска продукта не изменилась и осталась привлекательно розовой. Сказывается регулирующее влияние пищевой добавки «Глималаск» на кислотность мясного сырья, ее заметное влияние на развитие окислительных процессов в липидной и пигментной системах мяса, что и способствует стабилизации окраски мясопродуктов.

Заключение. В ходе проведенных исследований был создан ассортимент ветчины рубленой с пониженным содержанием жира и нитритной соли и повышенным содержанием белка, с сохранением органолептических показателей, характерных для данного вида продукта. Наилучшие характеристики были выявлены у экспериментального образца с добавлением грудки цыплят-бройлеров, лактулозы и пищевой добавки «Глималаск».

Таким образом, обоснована целесообразность использования лактулозы и пищевой добавки «Глималаск» в производстве ветчины рубленой с частичной заменой свинины на мясо грудки бройлеров и говядину. Пониженное содержание жира, замена сахарозы на лактулозу, а также наличие комплекса кислот в составе вносимой добавки «Глималаск» благоприятно сказывается на показателях качества вырабатываемой продукции. Представленный ассортимент ветчины рубленой рекомендуется к употреблению лицам пожилого возраста и другим категориям населения в качестве альтернативы калорийным традиционным продуктам.

Список источников

1. Дыдыкин А.С., Асланова М.А. Функциональные продукты на мясной основе // Все о мясе. 2015. № 6. С. 28-29.
2. Сложенкина М.И., Золотарева А.Г., Горлов И.Ф., Храмова В.Н., Мосолова Н.И. Паштет для геродиетического питания // Материалы V межрегион. науч.-практ. конф. «Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения», Ростов-на-Дону, 19 октября 2018. Волгоград, 2018. С. 152-157.
3. Погожева А.В. Принципы питания лиц пожилого возраста // Клиническая геронтология. 2017. Том 23, № 11-12. С. 75-78. <https://doi.org/10.26347/1607-2499201711-12074-079>.
4. Волков В.С., Поселюгина О.Б., Нилова С.А., Роккина С.А. Уровень артериального давления и потребление поваренной соли у больных артериальной гипертензией // Артериальная гипертензия. 2011. Том 17, № 1. С. 69-73.

5. Горлов И.Ф., Семенова И. А., Сложенкина М.И., Андреев-Чадаев П.С. Методология производства и использования комплексной пищевой добавки компенсаторного и коррегирующего действия для повышения биологической ценности мясных продуктов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 10 (156). С. 157-161.
6. Ахмедова Э.Б., Тогузова З.А., Мамедов М.Н. Значение различного уровня глюкозы в развитии сердечно-сосудистых заболеваний и осложнений // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2013. Том 9, № 1. С. 74-78. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2013-9-1-74-78>.
7. Ламажапова Г.П. Физиология питания. М.: Мир науки, 2016. 146 с.
8. Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Лодыгин А.Д. Физико-химические аспекты создания технологии бифидогенного концентрата на основе производных лактулозы // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 1997. № 1. С. 18-21.
9. WHO Model List of Essential Medicines – 21st List, 2019. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/WHOMVPEMPLAU2019.06>.
10. Рябцева С.А., Храмцов А.Г., Будкевич Р.О., Анисимов Г.С., Чукло А.О., Шпак М.А. Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 2. С. 5-20. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10012>.
11. Keisuke Yoshida, Rika Hirano, Yohei Sakai, Moonhak Choi, Mikiyasu Sakanaka, Shin Kurihara, Hisakazu Iino, Jin-zhong Xiao, Takane Katayama, Toshitaka Odamaki Bifidobacterium response to lactulose ingestion in the gut relies on a solute-binding protein-dependent ABC transporter // Communications Biology. 2021. Vol. 4, iss. 1. Article number: 541. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02072-7>.
12. Иванова А.Л., Ивашев М.Н., Сергиенко А.В., Савенко И.А. Метаболизм препарата глицин // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 2-1. С. 37-39.
13. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия. СПб.: ГИОРД, 2003. 683 с.
14. Мирошник А.С., Горлов И.Ф., Сложенкина М.И. Разработка технологии мясного рубленого полуфабриката полифункциональной направленности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 11. С. 26-29.
15. Технологический сборник рецептов колбасных изделий и копченостей. Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. 864 с.

References

1. Dydykin A.S., Aslanova M.A. Functional products on a meat basis. *Vse o Myase = All About Meat*, 2015;(6):28-29. (In Russ.).
2. Slozhenkina M.I., Zolotareva A.G., Gorlov I.F., Khramova V.N., Mosolova N.I. Paste for elderly persons nutrition. *Materialy V mezhhregion. nauch.-prakt. konf. «Nauchnye osnovy sozdaniya i realizacii sovremennyh tekhnologij zdorov'esberezheniya»*, Rostov-na-Donu, 19 oktyabrya 2018 [Materials of the V interregional scientific and practical conference "Scientific foundations for the creation and implementation of modern health saving technologies", Rostov-on-Don, October 19, 2018]. Volgograd, 2018;152-157. (In Russ.).
3. Pogozheva A.V. Principles of nutrition optimization for the elderly. *Klinicheskaya gerontologiya = Clinical gerontology*. 2017;23(11-12):75-78. (In Russ.). <https://doi.org/10.26347/1607-2499201711-12074-079>.

4. Volkov V.S., Poselyugina O.B., Nilova S.A., Rokkina S.A. Blood pressure level and salt intake in hypertensive patients. *Arterial'naya gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2011;17(1):69-73. (In Russ.).
5. Gorlov I.F., Semenova I.A., Slozhenkina M.I., Andreev-Chadaev P.S. Methodology for production and application of complex food additive of compensatory and corrective action for increasing biological value of meat products. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2017;156(10):157-161. (In Russ.).
6. Akhmedova E.B., Toguzova Z.A., Mamedov M.N. Effect of different glucose blood levels on the development of cardiovascular diseases and complications. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii = Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2013;9(1):74-78. (In Russ.). <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2013-9-1-74-78>.
7. Lamazhapova G.P. Physiology of nutrition. Moscow: Mir nauki Publ.; 2016. 146 p. (In Russ.).
8. Khramtsov A.G., Evdokimov I.A., Ryabtseva S.A., Lodygin A.D. Physical and chemical aspects of creating a technology for bifidogenic concentrate based on lactulose derivatives. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya = Izvestiya vuzov. Food Technology*. 1997;(1):18-21. (In Russ.).
9. WHO Model List of Essential Medicines – 21st List, 2019. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/WHOMVPEMPIAU2019.06>.
10. Ryabtseva S.A., Khramtsov A.G., Budkevich R.O., Anisimov G.S., Chuklo A.O., Shpak M.A. Physiological effects, mechanisms of action and application of lactulose. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*. 2020;89(2):5-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10012>.
11. Keisuke Yoshida, Rika Hirano, Yohei Sakai, Moonhak Choi, Mikiyasu Sakanaka, Shin Kurihara, Hisakazu Iino, Jin-zhong Xiao, Takane Katayama, Toshitaka Odamaki Bifidobacterium response to lactulose ingestion in the gut relies on a solute-binding protein-dependent ABC transporter. *Communications Biology*. 2021;4(1):541. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02072-7>.
12. Ivanova A.L., Ivashev M.N., Sergienko A.V., Savenko I.A. Metabolism of the drug glycine. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya = International Journal of Experimental Education*. 2015;(2-1):37-39. (In Russ.).
13. Sarafanova L.A. Food Additives: Encyclopedia. St. Petersburg: GIORO Publ.; 2003. 683 p. (In Russ.).
14. Miroshnik A.S., Gorlov I.F., Slozhenkina M.I. Development of technology of functional chopped meat semi-finished product. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya = Storage and processing of farm products*. 2017;(11):26-29. (In Russ.).
15. Technological collection of recipes for sausages and smoked products. Rostov-on-Don: MarT Publ.; 2001. 864 p. (In Russ.).

Вклад авторов: Аркадий К. Натыров: критический пересмотр статьи на предмет важного интеллектуального содержания; Юрий Д. Данилов: обработка и анализ проведенных расчетов, их табличное представление; Алексей Н. Сивко и Алина Г. Суходолова: сбор первичного эмпирического материала, его первичная обработка. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Author's contribution: Arkady K. Natyrov: critical revision of the article for important intellectual content; Yuri D. Danilov: processing and analysis of the calculations, their tabular presentation; Alexey N. Sivko and Alina G. Sukhodolova: collection of primary empirical material, its primary processing. All authors equally participated in writing 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):

Сивко Алексей Николаевич – ведущий научный сотрудник отдела по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции, 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/0000-0002-9804-783X>;

Натыров Аркадий Канурович – декан аграрного факультета и профессор кафедры аграрных технологий и переработки с.-х. продукции, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова; 358009, Россия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: natyrov_ak@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3219-0836>;

Суходолова Алина Григорьевна – магистрант, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова; 358009, Россия, Элиста, 5 микрорайон, комплекс КГУ, строение 3, учебный корпус № 4; e-mail: zavgorodneva2899@mail.ru.

Information about the authors (excluding the contact person):

Aleksei N. Sivko – Leader Researcher of the Department for Storage and Processing of Agricultural Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9804-783X>;

Arkady K. Natyrov – 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, KSU complex, building 3, microdistrict 5, Elista, Republic of Kalmykia, 358011, Russian Federation; e-mail: natyrov_ak@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3219-0836>;

Alina G. Sukhodolova – Master 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: zavgorodneva2899@mail.ru.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 05.05.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 23.06.2022;
принята к публикации / *accepted for publication:* 24.06.2022

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ /
RESEARCH ACTIVITY OF YOUNG SCIENTISTS

Научная статья / *Original article*

УДК 637.523

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-18-79-87

ИЗУЧЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ СЫРОВЯЛЕННЫХ ПРОДУКТОВ
ИЗ МЯСА КРОЛИКА

*STUDY OF ORGANOLEPTIC, PHYSICAL AND
CHEMICAL PROPERTIES OF DRY-JERED PRODUCTS
FROM RABBIT MEAT*

Ольга А. Княжеченко, младший научный сотрудник
Денис Н. Пилипенко, кандидат сельскохозяйственных наук

*Olga A. Knyazhechenko, junior researcher
Denis N. Pilipenko, candidate of agricultural sciences*

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: Княжеченко Ольга Андреевна, младший научный сотрудник отдела по хранению и переработке продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: knyazhechenko@gmail.com; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1508-2179>.

Формат цитирования: Княжеченко О.А., Пилипенко Д.Н. Изучение органолептических и физико-химических свойств сыровяленых продуктов из мяса кролика // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 79-87. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-79-87>.

Principal Contact: Olga A. Knyazhechenko, Junior researcher of the Department for Storage and Processing of Agricultural Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: knyazhechenko@gmail.com; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1508-2179>.

How to cite this article: Knyazhechenko O.A., Pilipenko D.N. Study of organoleptic, physical and chemical properties of dry-jered products from rabbit meat. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):79-87. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-79-87>.

Резюме

Цель. Исследование физико-химических и органолептических показателей сыровяленых снеков из мяса кролика с применением пищевой добавки «Глималаск».

Материалы и методы. Объектами исследования явились два образца продукции – мясные сыровяленые снеки из мяса кролика, выработанные согласно традиционной технологии сыровяленых мясопродуктов по разработанным рецептурам. Для выработки лабораторных образцов был использован маринад на основе соевого соуса, воды и комплекса специй, при этом в опытный образец дополнительно вводили пищевую добавку «Глималаск» (ТУ 2639-182-10514645-12). Для идентификации показателей использовали стандартизированные ме-

тоды анализа: рН определяли согласно ГОСТ Р 51478-99, водосвязывающую способность, показатель активности воды, содержание общей влаги – методом высушивания, белка – методом Кьельдаля и жира – экстракционным методом. Органолептическую оценку полученных снеков проводили с использованием девятибалльной шкалы в соответствии с ГОСТ 9959-2015.

Результаты. Органолептическую оценку: внешний вид, сочность, консистенция, цвет и вкус, исследуемых образцов проводили после сушки. Так, опытный образец был оценен выше контрольного, это связано с использованием пищевой добавки «Глималаск», обеспечившей более яркие вкусо-ароматические характеристики и увеличившей сочность снеков после завершения термообработки. Далее были исследованы физико-химические показатели разработанных продуктов. Выявлено, что в опытном образце было повышенное содержание белка – больше на 1,1%, влаги было меньше на 0,7% в сравнении с контролем, а также опытный образец снеков характеризовался большим выходом.

Заключение. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что применение пищевой добавки «Глималаск» в рецептуре маринада для изготовления сыровяленых снеков не оказало негативного воздействия на готовый продукт и способствовало улучшению вкуса, аромата и консистенции готовых изделий. Разработанный продукт имеет высокие потребительские характеристики, отвечает задаче по расширению ассортимента продуктов из крольчатины. При этом продолжение разработок в данном направлении представляет научно-практический интерес.

Ключевые слова: сыровяленые снеки, биологически-активные добавки, органолептические показатели, физико-химические показатели, пищевая ценность

Abstract

Aim. Study of the organoleptic, physical and chemical indicators of dry-cured snacks from rabbit meat using the Glimalask food additive.

Materials and Methods. In the course of the research, standardized methods of analysis were used. The object of the study were two samples of products - dry-cured meat snacks from rabbit meat, produced according to the traditional technology of dry-cured meat products according to the developed recipes. For the development of laboratory samples, a marinade based on soy sauce, water and a complex of spices was used, while the Glimalask food additive (TC 2639-182-10514645-12) was additionally introduced into the experimental sample. To identify the indicators, standardized analysis methods were used: pH was determined according to GOST R 51478-99, water-binding capacity, water activity index, total moisture content – by drying, protein – by the Kjeldahl method and fat – by extraction method. The organoleptic evaluation of the obtained snacks was carried out using a nine-point scale in accordance with GOST 9959-2015.

Results. Organoleptic evaluation: appearance, juiciness, consistency, color and taste, of the studied samples was carried out after drying. Thus, the prototype sample was rated higher than the control one, this is due to the use of the Glimalask food additive, which provided brighter taste and aroma characteristics and increased the juiciness of the snacks after the completion of the heat treatment. Next, the physicochemical parameters of the developed products were studied. It was revealed that in the test sample there was an increased protein content – more by 1.1%, moisture was less by 0.7% compared to the control, and the test sample of snacks was characterized by a high yield.

Conclusion. Based on the results of the studies, it can be concluded that the use of the Glimalask food additive in the marinade recipe for the manufacture of dry-cured snacks did not have a negative impact on the finished product and contributed to the improvement of the taste, aroma and con-

sistency of the finished products. The developed product has high consumer characteristics, meets the task of expanding the range of rabbit meat products. At the same time, the continuation of developments in this direction is of scientific and practical interest.

Keywords: *dried snacks, food additives, organoleptic indicators, physical and chemical indicators, nutritional value*

Введение. Активное развитие мясной отрасли все чаще предполагает поиск и разработку новых ресурсосберегающих и экологичных технологий переработки мясного сырья. При этом особое внимание в последнее время уделяют разработкам технологий переработки нетрадиционного мясного сырья. Среди таких видов можно особо выделить мясо кролика [1, 2]. Однако в связи с недостаточной проработанностью и малым количеством промышленно ориентированных технологий переработки мяса кролика на сегодняшний день вырабатывается малое количество продукции из данного вида сырья [3]. В связи с чем задача по изучению возможности расширения ассортимента и разработке научно обоснованных промышленных технологий переработки продуктов из мяса кролика является актуальной.

В настоящее время в России кролиководство – одно из актуальных направлений животноводства. Интерес к выращиванию кроликов во многом обусловлен тем, что кролики характеризуются своей плодовитостью и скороспелостью. Активно это направление начинает развиваться и на юге страны. Кроме того, крольчатина отличается высокими органолептическими показателями – мясо белое, сочное, нежное, и питательными свойствами – содержит большое количество легкоусвояемого белка, что делает его перспективным сырьем для разработки продуктов питания с высокими пищевыми и биологическими свойствами [4, 5].

Рыночный сегмент переработанных мясных продуктов характеризуется высокой конкуренцией, на который оказывают значительное влияние изменения в моделях поведения потребителей, когда большинство обращает внимание на новые, инновационные продукты, непохожие на другие, с ярким запоминающимся вкусом, привлекательным внешним видом и сбалансированным нутриентным составом [6, 7].

На рынке мясопродуктов в основном представлены крупнокусковые полуфабрикаты, фарш. На сегодняшний день уже известны технологии производства мясных продуктов из крольчатины: кулинарных блюд, различных видов колбасных изделий и др. При этом деликатесных полноценных продуктов из мяса кролика, способных к длительному хранению, практически не разработано.

Целью нашей работы было исследование физико-химических и органолептических показателей сыровяленых снеков из мяса кролика с применением пищевой добавки «Глима-ласск».

Материалы и методы. Экспериментальная работа проводилась на базе комплексной аналитической лаборатории Поволжского НИИ производства и переработки мясомолочной продукции. Объектом исследования явились два образца мясных сыровяленых снеков из мяса кролика. Образцы вырабатывали согласно традиционной технологии сыровяленых мясопродуктов.

Сыровяленые снеки вырабатывались с применением соответствующего мясного сырья и необходимых ингредиентов, согласно рецептуре (на 1 кг мясного сырья):

- замороженные тушки кроликов 1-й категории (по ГОСТ 27747);
- маринад – 20% к массе мясного сырья (соевый соус; чеснок сушеный; лук сушеный; перец черный/лимонный; перец чили/кайенский; горчица в зернах; паприка; коричневый сахар; вода/лед).

Традиционно для производства сыровяленых мясных продуктов используют различные рассолы и маринады на основе кислот (уксусной и т.д.), вводят в рецептуру различные посолочные ингредиенты, стартовые культуры и другие компоненты для размягчения структуры мяса и интенсификации процесса посола [8, 9]. В нашем исследовании в опытном образце дополнительно использовали пищевую добавку «Глималаск» в количестве 0,4% к массе рассола, что в пересчете составляет 0,06 кг на 100 л рассола, согласно рекомендациям по использованию [10].

Технология производства мясных сыровяленых снеков состояла из следующих этапов:

1. Обвалка, жиловка тушки кролика при температуре мяса не выше 4°C с отделением жира.

2. Разрезание мяса на полоски толщиной не более 0,5 см.

3. Посол осуществляли маринованием в рассоле со всеми ингредиентами с последующим массажированием – мясное сырьё перекладывали в мешалки и вводили маринад – 20% к несоленому мясному сырью, температура которого была 2-4°C, с массажированием 5-10 мин. в течение 6 ч., при этом общая продолжительность посола составила около 12 ч при температуре 2-4°C для созревания.

4. Сушку проводили в камере при температуре 60±5°C и скорости движения воздуха в течение 5-5,5 ч до достижения упругой консистенции и содержания массовой доли влаги не более 30-35%.

В ходе проведения эксперимента в лабораторных условиях определяли следующие показатели: рН – стандартизированным методом согласно ГОСТ Р 51478-99, водосвязывающую способность, показатель активности воды, содержание общей влаги – методом высушивания согласно ГОСТ 9793-2016, белка – методом Къельдаля согласно ГОСТ 25011-2017 и жира – экстракционным методом согласно ГОСТ 23042-2015. Органолептическую оценку полученных снеков проводили с использованием девятибалльной шкалы в соответствии с ГОСТ 9959-2015.

Результаты и обсуждение. В ходе проведения экспериментальной работы на первом этапе мы провели исследование физико-химических свойств разработанных снеков и анализ их пищевой ценности.

По окончании сушки массовая доля влаги в снеках составляла 32,5-34%, а показатель активности воды находился в пределах 0,85-0,86, при которых тормозится микробиологическая деятельность. В таблице 1 приведены основные физико-химические показатели разработанных сыровяленых образцов.

Таблица 1. Физико-химические характеристики сыровяленых снеков из мяса кролика

Table 1. Physical and chemical characteristics of dry-jered rabbit snacks

| Показатели <i>Indicators</i> | Образец <i>Sample</i> | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
| | контрольный <i>control</i> | опытный <i>experimental</i> |
| Массовая доля влаги, % <i>Mass fraction of moisture, %</i> | 34,5 | 32,8 |
| Массовая доля жира, % <i>Mass fraction of fat, %</i> | 4,5 | 4,2 |
| Массовая доля белка, % <i>Mass fraction of protein, %</i> | 54,8 | 55,9 |
| Массовая доля золы, % <i>Mass fraction of ash, %</i> | 6,2 | 7,1 |
| Выход продукта, % <i>Product yield, %</i> | 40,5 | 41,8 |
| рН | 6,12 | 6,15 |

По результатам лабораторных исследований выявлено, что в опытном образце содержание влаги было меньше на 0,7%, а содержание белка – больше на 1,1%. На основании полученных данных о химическом составе можно сделать вывод о том, что разработанные снеки являются продуктом с повышенным содержанием белка: порция в 30 г содержит 18,2-18,6 г белка (20,2-20,6% от СП). Также выход готового продукта был больше у опытного образца, что связано с использованием пищевой добавки, способствовавшей более сильному связыванию воды в продукте. Пищевая ценность сыровяленых снеков имела сходные значения и составила: для опытного образца – 261,4 ккал, для контрольного – 259,7 ккал.

Далее было проведено исследование органолептических показателей разработанных сыровяленых снеков из мяса кролика. Мясные снеки, изготовленные по разработанной рецептуре, представляют собой натуральный функциональный продукт питания, типа сыровяленых мясных изделий, изготовленный из кусочков цельного мяса. Органолептическую оценку исследуемых образцов проводили после сушки. В процессе органолептического анализа проводили оценку внешнего вида, сочности, консистенции, цвета и вкуса образцов. Так, опытный образец был оценен выше контрольного, это связано с использованием пищевой добавки «Глималаск», обеспечившей более яркие вкусо-ароматические характеристики и увеличившей сочность снеков в процессе посола за счет содержащихся в ее составе органических кислот. В таблице 2 приведены органолептические характеристики разработанных образцов.

Таблица 2. Органолептические характеристики снеков

Table 2. Organoleptic characteristics of snacks

| Показатель <i>Indicators</i> | Образец <i>Sample</i> | |
|---|---|---|
| | контрольный <i>control</i> | опытный <i>experimental</i> |
| Внешний вид и цвет <i>Appearance and color</i> | полоски сыровяленого мяса коричневого цвета 5-6 см длиной <i>strips of brown dried meat 5-6 cm long</i> | полоски сыровяленого мяса коричневого цвета 5-6 см длиной <i>strips of brown dried meat 5-6 cm long</i> |
| Аромат <i>Smell</i> | приятный, свойственный сыровяленому мясу с ароматом специй <i>pleasant, characteristic for dried meat with the aroma of spices</i> | приятный, выраженный, свойственный сыровяленому мясу с ароматом специй и пряностей <i>pleasant, pronounced, characteristic for dried meat with the aroma of spices</i> |
| Вкус <i>Taste</i> | солонватый, не выраженный <i>salty, not pronounced</i> | приятный, солонватый с кисло-сладким оттенком <i>pleasant, salty with a touch of sweet and sour taste</i> |
| Консистенция <i>Consistency</i> | плотные, сухие <i>dense, dry</i> | плотные, эластичные <i>dense, elastic</i> |
| Поверхность <i>Surface</i> | гладкая <i>smooth</i> | гладкая <i>smooth</i> |

Полученные образцы сыровяленых снеков характеризовались высокими органолептическими показателями: чистая сухая поверхность, цвет на разрезе светло-коричневый, аромат выраженный мясной, с ощущаемыми нотками добавленных пряностей, без посторонних запахов, вкус солонватый, свойственный рецептурному составу, без посторонних привкусов. При этом у опытного образца вкусо-ароматические характеристики были выражены ярче, образцы снеков обладали кисло-сладким оттенком во вкусе, более выраженным ароматом специй. Полученные результаты соотносятся с ранее полученными в публикациях, посвященных анализу качественных показателей снеков из крольчатины [12-14].

На рисунке 1 приведена диаграмма сенсорной оценки снеков по 9-тибалльной шкале, где 9 – наиболее высокая оценка. По средней оценке опытный образец был оценен выше – она составила 8,4 балла против 7,6 баллов для контрольного образца.

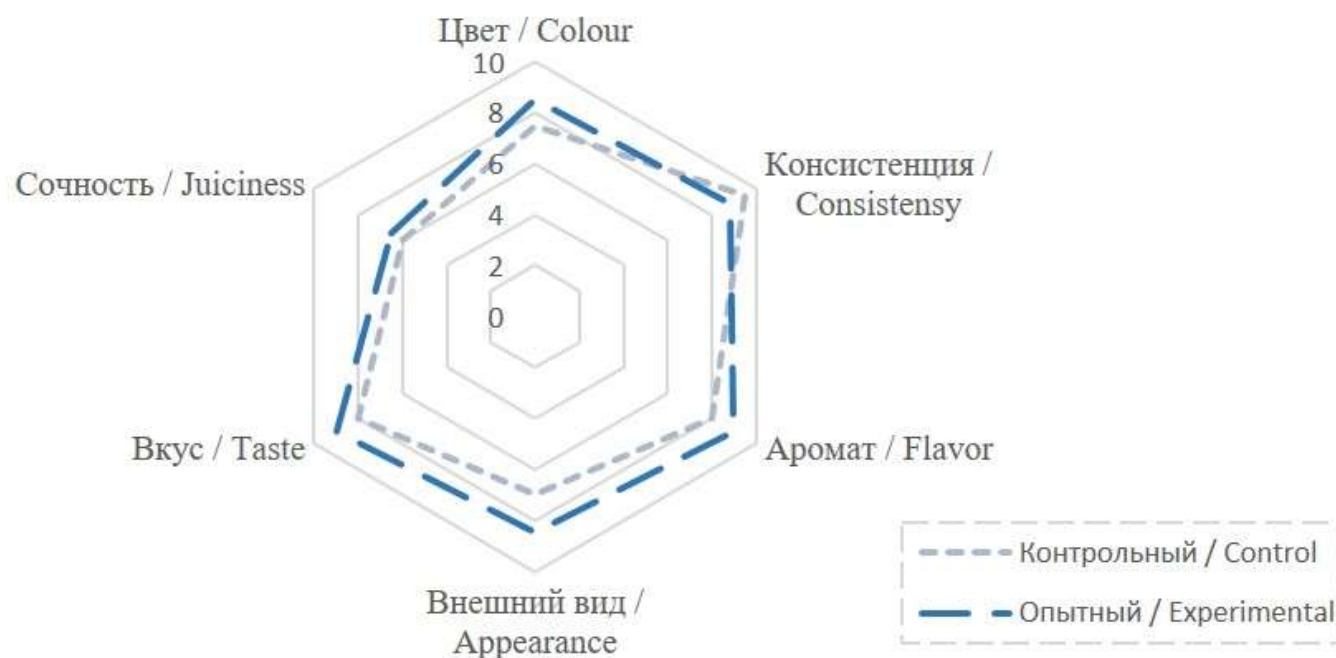


Рисунок 1. Диаграмма сенсорной оценки разработанных снеков из мяса кролика

Figure 1. Diagram of sensory evaluation of dry-jered rabbit snacks

Закключение. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод об эффективности применения пищевой добавки «Глималаск» в составе маринада при производстве сыровяленых снеков из мяса кролика. Ее использование не сказалось отрицательно на качестве готового продукта, а наоборот, способствовало улучшению вкусо-ароматических характеристик. Разработанный продукт имеет высокий потребительский потенциал, отвечает задаче по расширению ассортимента продуктов из крольчатины. В дальнейшем запланированы исследования по более комплексной оценке качественных и количественных показателей сыровяленых продуктов и мяса кролика.

Список источников

1. Инербаева А.Т. Разработка технологии производства мясных продуктов из нетрадиционного регионального сырья // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 8. С. 65-67.
2. Глотова И.А., Галина Ю.Ф. Перспективные региональные источники мясного сырья и пути расширения ассортимента продукции с их использованием // Успехи современного естествознания. 2008. № 2. С. 31-32.
3. Danyliv M.M., Ozherelyeva O.N., Vasilenko O.A., Derkanosova N.M. The technology of meat snacks using CO₂spice extracts in their formulations // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 954(1). 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012018>.
4. Golik A., Oboturova N., Blinov A., Bacholdina T., Rajabov U. Development of raw semi-dry sausages enriched with colloidal chelate complexes of essential nutrients // Lecture

- Notes in Networks and Systems. 2022. Vol. 408. P. 253-259. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96641-6_29.
5. Ребезов М.Б., Хайруллин М.Ф., Зинина О.В., Дуць А.О., Соловьева А.А., Солнцева А.А., Варганова Е.Я., Аксенова М.О. Установление сроков хранения мясных снежков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 77. С. 403-412.
 6. Wang J., Pu S., Li Y. Changes in fatty acid composition of fatty fractions of dry-cured beef during different drying temperature and chilled storage // Journal of Food Processing and Preservation. 2022. Vol. 46, iss. 1. Article number: e16199. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16199>.
 7. Антипова Л.В., Попова Я.А., Черкасова А.В. Продукты из мяса кроликов для здорового питания: создание ассортиментных линеек, пищевая и биологическая ценность // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81. № 1. С. 225-231. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-225-231>.
 8. Гусева И.В., Савинкова Е.А., Кузьмина Н.Н., Бадьина А.А. Применение пищевых добавок в составе шприцовочных рассолов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2017. № 19. С. 146-148.
 9. Ефремова А.С., Забашта А.Г. Особенности составления и использования рассолов // Мясные технологии. 2009. № 10 (82). С. 52-57.
 10. Волкова О.В., Есенбаева К.С. Сыровяленые продукты из мяса кроликов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 189-191.
 11. Шишкина Д.И., Шишкина Е.И., Соколов А.Ю. Научное обоснование производства мясных снежков функционального назначения // Инновации и инвестиции. 2018. № 3. С. 218-224.
 12. Хайруллин М.Ф., Дуць А.О. Изучение существующих аналогов и создание модели перспективного биомясопродукта «Мясные снежки» // Молодой ученый. 2013. № 1 (48). С. 26-28.
 13. Боярскова С.В., Нелепов Ю.Н., Карпенко Е.В. Снижение нитритной соли в цельномышечных мясопродуктах // Молодой ученый. 2016. № 18.1 (122.1). С. 97-99.
 14. Волкова О.В. Изучение свойств мяса кролика в процессе посола // Мир Инноваций. 2018. № 4. С. 11-14.

References

1. Inerbayeva A.T. Development manufacturing meat products from regional unconventional resources. *Dostizhenija nauki i tehniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2014;(8):65-67. (In Russ.).
2. Glotova I.A., Galina Yu.F. Promising regional sources of meat raw materials and ways to expand the range of products with their use. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya = Successes of modern natural science*. 2008;(2):31-32. (In Russ.).
3. Danyliv M.M., Ozherelyeva O.N., Vasilenko O.A., Derkanosova N.M. The technology of meat snacks using CO₂ spice extracts in their formulations. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;954(1):012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012018>.

4. Golik A., Oboturova N., Blinov A., Bacholdina T., Rajabov U. Development of raw semi-dry sausages enriched with colloidal chelate complexes of essential nutrients. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022;(408):253-259. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96641-6_29.
5. Rebezov M.B., Khairullin M.F., Zinina O.V., Duts A.O., Solovyeva A.A., Solntseva A.A., Varganova E.Ya., Aksenova M.O. Establishing the shelf life of meat snacks. *Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2012;(77):403-412. (In Russ.).
6. Wang J., Pu S., Li Y. Changes in fatty acid composition of fatty fractions of dry-cured beef during different drying temperature and chilled storage. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2022;46(1):e16199. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16199>.
7. Antipova L.V., Popova Ya.A., Cherkasova A.V. Products from rabbit meat for a healthy diet: the creation of assortment lines, nutritional and biological value. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019;81(1):225-231. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-1-225-231>. (In Russ.).
8. Guseva I.V., Savinkova E.A., Kuzmina N.N., Badina A.A. The use of food additives as part of syringe brines. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i perera-botki produkcii sel'skogo hozyajstva = Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. 2017;(19):146-148. (In Russ.).
9. Efremova A.S., Zabashta A.G. Features of the preparation and use of brines. *Mjasnye tehnologii = Meat technology*. 2009;82(10):52-57. (In Russ.).
10. Volkova O.V., Yesenbaeva K.S. Raw-jerked products made from rabbits meat. *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2017;67(5):189-191. (In Russ.).
11. Shishkina D.I., Shishkina E.I., Sokolov A.Yu. Scientific substantiation of meat snacks production of functional use. *Innovacii i investicii = Innovations and investments*. 2018;(3):218-224. (In Russ.).
12. Khairullin M.F., Duts A.O. The study of existing analogues and the creation of a model of a promising bio-product "Meat snacks". *Molodoj uchenyj = Young scientist*. 2013;48(1):26-28. (In Russ.).
13. Boyarskova S.V., Nelepov Yu.N., Karpenko E.V. Reduction of nitrite salt in whole muscle meat products. *Molodoj uchenyj = Young scientist*. 2016;122.1(18.1):97-99. (In Russ.).
14. Volkova O.V. Studying the properties of rabbit meat in the process of ambassador. *Mir Innovacij = World of Innovation*. 2018;(4):11-14. (In Russ.).

Вклад авторов: Ольга А. Княжеченко – проведение лабораторных исследований, литературный поиск, обработка данных; Денис Н. Пилипенко – постановка эксперимента, обработка результатов эксперимента, оформление статьи. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за некорректное цитирование, самоцитирование и возможный плагиат.

Author's contribution: Olga A. Knyazhechenko – conducting laboratory research, literature search, data processing; Denis N. Pilipenko – setting up an experiment, processing the results of the experiment, designing an article. All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for incorrect citation, self-citation and possible plagiarism.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Пилипенко Денис Николаевич – старший научный сотрудник отдела производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясо-молочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8763-1766>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Denis N. Pilipenko – Senior Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8763-1766>.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 01.06.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 24.06.2022;
принята к публикации / *accepted for publication:* 27.06.2022

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:

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

2. УДК

3. Заглавие статьи

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

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

Пример: Алексей Д. Иванов, Магомед А. Гасанов

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

6. Резюме

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

Структура резюме

для оригинальных исследований:

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

для обзорных статей:

Резюме. Цель. Обсуждение. Заключение.

7. Ключевые слова

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

8. Контактное лицо

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

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

9. Формат цитирования (указывается редакцией)

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

Abstract

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

№ 2 (18), 2022

Компьютерная вёрстка: Пономарёва Т.В.
Дизайн, фото: Мосолова Н.И.

Издаётся с 2018 г. Выходит 4 раза в год.

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

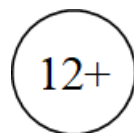
Официальный сайт учредителя: www.volniti.ucoz.ru
Официальный сайт редакции: www.api-niimmp.ru

Дата выхода: 10.10.2022.

Отпечатано Издательско-полиграфическим комплексом
ГНУ НИИММП

Адрес типографии: 400066, Волгоградская обл.,
г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6.
Формат 60x84¹/₈. Тираж 500 экз. Заказ 19.

Цена свободная



AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Issue 2 (18), 2022

Desktop publishing: Ponomareva T.V.
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: 10.10.2022.

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 19.

Free price

