

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

Научно-практический журнал

№ 4 (8), 2019

Волгоград

Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции
2019

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Scientific-practical journal

Issue No. 4 (8), 2019

Volgograd

Volga Region Research Institute of Manufacture and
Processing of Meat-and-Milk Production
2019

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

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

Издается при поддержке ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», НП «Академия продовольственной безопасности» и ГК «МЕГАМИКС»

Выпуск № 4 (8), 2019

DOI: 10.31208/2618-7353

THE MAGAZINE FOUNDER:

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

Published with the support of Volgograd state technical university, Academy of food safety and MEGAMIX Group

Issue No. 4 (8), 2019

DOI: 10.31208/2618-7353

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ**Выпуск № 4 (8), 2019**

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

Журнал включен в библиографическую базу данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Электронная версия журнала размещена на сайте ГНУ НИИММП: <http://volniti.ucoz.ru/>

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

Главный редактор – Горлов И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, председатель редакционного совета, 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 No. 4 (8), 2019**

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., scientific researcher of Volga region research Institute of manufacture and processing of meat-and-milk production (VRIMMP).

Редакция не несёт ответственность за содержание рекламной информации.

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 – Сложеникина М.И., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ГНУ НИИММП
http://www.vstu.ru/university/personalii/slozhenkina_marina_ivanovna/

Сергеев В.Н., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, НП «Академия продовольственной безопасности»
<http://апродбез.рф/publikacii/sergeev-valeriy-nikolaevich/biog/>

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
<http://www.ncfu.ru/spisok-sotrudnikov/1365-hramcov-andrey-georgievich.html>

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>

Дедерер И., доктор, институт Max Rubner (Кульмбах, Германия)
<https://www.mri.bund.de/de/institute/sicherheit-und-qualitaet-bei-fleisch/mitarbeiterinnen/dederer-irina/>

**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)

Dederer I., doctor, Max Rubner – Institut (Kulmbach, Germany)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Беляев А.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФНЦ агроэкологии РАН

Мирошников С.А., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН

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

Фризен В.Г., кандидат экономических наук, ГК «МЕГАМИКС»

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

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

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

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

Саломатин В.В., 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

Belyaev A.I., doctor of agricultural sciences, professor, FSC of agroecology RAS

Miroshnikov S.A., doctor of biological sciences, professor, correspondent member of RAS, FRC of biological systems and agrotechnologies of RAS

Hramova V.N., doctor of biological sciences, professor, Volgograd state technical university

Frizen V.G., candidate of economical sciences, MEGAMIX Group

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

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

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

Chamurliev N.G., doctor of agricultural sciences, professor, Volgograd state agrarian university

Salomatin V.V., 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

- 7** Панфилов В.А. / *Panfilov V.A.*
Аграрно-пищевые инновации и синергетика / *Agrian-and-food innovations and synergetics*
- 19** Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Анисимова Е.Ю., Княжеченко О.А. / *Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Anisimova E.Yu., Knyazhechenko O.A.*
Инновационные разработки для развития аграрно-пищевых технологий / *Innovative creations for the development of agricultural and food technologies*
- 29** Храмцов А.Г. / *Khramtsov A.G.*
Технологический прорыв аграрно-пищевых инноваций молочного дела на примере универсального сельхозсырья. Фукоза / *Technological breakthrough the agri-food innovation dairy case for example, a universal agricultural raw materials. Fucose*
- 39** Федотова Г.В., Ушамирская Г.Ф., Мосолова Н.И. / *Fedotova G.V., Ushamirskaya G.F., Mosolova N.I.*
Финансовый механизм цифровизации сельского хозяйства России / *Financial mechanism of digitalization of agriculture of Russia*

ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ / MANUFACTURE OF LIVESTOCK PRODUCTION

- 51** Филатов А.С., Чамурлиев Н.Г., Мельникова Е.А., Мельников А.Г. / *Filatov A.S., Chamurliiev N.G., Mel'nikova E.A., Mel'nikov A.G.*
Воспроизводительные качества овцематок и гематологические показатели баранчиков разных генотипов / *Reproducing qualities of sheep and hematological indicators of barranks of different genotypes*

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

- 57** Головин В.В., Комарова З.Б., Сложенкина М.И., Кротова О.Е., Воронина Т.В. / *Golovin V.V., Komarova Z.B., Slozhenkina M.I., Krotova O.E., Voronina T.V.*
Влияние инновационной кормовой добавки на мясную продуктивность и качественные показатели мяса цыплят-бройлеров / *Influence of innovative feed additive on meat productivity and qualitative indicators of broiler chickens meat*

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

- 65** Храмова В.Н., Яковлева Т.Ю., Храмова Я.И., Короткова А.А., Божкова С.Е., Картушина Ю.Н. / *Hramova V.N., Yakovleva T.Yu., Hramova Ya.I., Korotkova A.A., Bozhkova S.E., Kartushina Yu.N.*
Совершенствование технологии производства сыра из козьего молока с использованием растительных ингредиентов / *Improvement of technologies of production of goat milk with use of vegetable ingredients*

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

- 74** Горлов И.Ф., Семенова И.А., Суркова С.А., Бармина Т.Н., Княжеченко О.А., Мосолов А.А. / *Gorlov I.F., Semenova I.A., Surkova S.A., Barmina T.N., Knyazhechenko O.A., Mosolov A.A.*
Способ инактивации антипитательных веществ в бобовых культурах, предназначенных для социально-ориентированного питания / *Method of inactivation of anti-nutrients in legumes intended for socially-oriented nutrition*

- 81** Агаркова Е.Ю., Кручинин А.Г., Рязанцева К.А., Пряничникова Н.С. / *Agarkova E.Yu., Kruchinin A.G., Ryazantzeva K.A., Pryanichnikova N.S.*

Ферментативная обработка как инструмент придания функциональных свойств белкам молочной сыворотки / *Enzymatic processing as a tool of giving functional properties to proteins of milk serum*

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ / RESEARCH ACTIVITY OF YOUNG SCIENTISTS

- 89** Божкова С.Е., Золотарева А.Г., Тупикова А.Н., Пилипенко Д.Н., Суркова С.А., Обрушникова Л.Ф. / *Vozhkova S.E., Zolotareva A.G., Tupikova A.N., Pilipenko D.N., Surkova S.A., Obrushnikova L.F.*

Разработка мясо-растительного паштета функционального назначения / *Development of functional meat and vegetable pate*

**ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ
/ INNOVATIVE DEVELOPMENTS**

УДК 631.1

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-7-19

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ И СИНЕРГЕТИКА**AGRIAN-AND-FOOD INNOVATIONS AND SYNERGETICS****Панфилов В.А.**, доктор технических наук, профессор, академик РАН*Panfilov V.A., doctor of technical sciences, professor, academician of RAS*Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

Статья посвящена некоторым аспектам инженерии сложных технологических систем, проектируемых в АПК. В центре внимания находится решение проблемы продовольственной безопасности России путём создания индустриальных агрокомплексов, реализующих технологии производства сельскохозяйственной продукции, технологии её хранения и переработки. Круг обсуждаемых вопросов включает структурное усложнение технологий АПК при одновременном их функциональном упрощении за счёт стабилизации ведущих процессов преобразования сельскохозяйственных ресурсов в продукты питания. Особое внимание обращено на флуктуации процессов «больших» технологических систем, составляющих системный комплекс, под воздействием внутренних и внешних возмущающих факторов. Эти флуктуации рассматриваются как необходимое условие развития сложных технологических систем. Обобщены сведения об условиях самоорганизации системных технологических комплексов и об их основных характеристиках: открытости, нелинейности и нестабильности. Изложены принципы проектирования таких комплексов в АПК и диалектика взаимоусиления соединенных в комплекс технологий. Обоснована необходимость индустриализации сельскохозяйственных технологий, как диалектическая неизбежность создания промышленных агрокомплексов, реализующих новый этап инновационной революции в АПК. Сформулированы основные положения парадигмы развития технологий агропромышленного комплекса. Сделано заключение о первоочередных шагах в реализации инженерии сложных технологических систем в научно-исследовательских организациях и высших учебных заведениях.

The article is devoted to some aspects of the engineering of complex technological systems designed in the agro-industrial complex. The focus is on solving the problem of food security in Russia by creating industrial agro-complexes that implement agricultural production technologies, technologies for their storage and processing. The range of issues discussed includes structural complication of technologies of the agro-industrial complex, while their functional simplification due to stabilization of the leading processes of converting agricultural resources into food products. Particular attention is paid to fluctuations in the processes of «large» technological systems that make up the system complex under the influence of internal and external disturbing factors. These fluc-

tuations are considered as a necessary condition for the development of complex technological systems. Information on the conditions of self-organization of system technological complexes and on their main characteristics: openness, non-linearity and instability is summarized. The principles of designing such complexes in the agro-industrial complex and the dialectics of the mutual reinforcement of the technologies integrated into the complex are stated. The necessity of industrialization of agricultural technologies is substantiated, as the dialectical inevitability of creating industrial agricultural complexes that implement a new stage of the innovation revolution in the agro-industrial complex. The main provisions of the paradigm of agricultural technology development are formulated. The conclusion is made about the priority steps in the implementation of the engineering of complex technological systems in research organizations and universities.

Ключевые слова: продовольственная безопасность; взаимная адаптация технологий АПК; системный технологический комплекс; синергетика сложных технологических систем; открытость, нелинейность и нестабильность технологических комплексов; самоорганизация технологического комплекса; взаимоусиление соединённых технологий; индустриализация сельскохозяйственных технологий; основные положения парадигмы развития технологий АПК.

Key words: *food security; mutual adaptation of technologies of the agro-industrial complex; system technological complex; synergetics of complex technological systems; openness, non-linearity and instability of technological complexes; self-organization of the technological complex; mutual reinforcement of connected technologies; industrialization of agricultural technology; the main provisions of the paradigm of development of technologies of the agro-industrial complex.*

Введение. Россия является великой державой, стремящейся проводить свою независимую внешнюю политику, поэтому вопросы продовольственной безопасности, уменьшения зависимости от импортных поставок также относятся к стратегическим интересам страны.

Решить проблему обеспечения продовольственной безопасности можно, только значительно увеличив производство пищевой сельскохозяйственной продукции, обеспечивая при этом более эффективное её использование, то есть уменьшение потерь и повышение выработки продуктов питания из единицы сырья.

Ещё в мае 2009 года премьер-министром Российской Федерации Путиным В.В. такая задача была поставлена перед отечественным АПК. Путин В.В. обозначил и пути достижения поставленной задачи – технологическое и техническое перевооружение агропромышленного комплекса страны, которое позволит обеспечить интенсификацию всех производств в АПК, то есть увеличить производство продукции не только за счёт экстенсивного роста производственных мощностей, а и за счёт применения принципиально новых технологий и машин, гарантирующих эффективность, прибыльность производств, высокое качество и конкурентоспособность продукции на потребительском рынке как внутри страны, так и за рубежом.

До настоящего времени в отечественном АПК производство продуктов питания (пищевая промышленность) и производство сырья для этой отрасли (сельское хозяйство) функционируют независимо друг от друга.

При этом многие технологические проблемы пищевых производств всегда решались, как правило, за счёт «адаптации» сельскохозяйственной продукции к машинам и аппаратам

пищевых производств путём отбора из общего количества части сырья, подходящего по условиям.

Настало время под «адаптацией» сельскохозяйственного производства к пищевым технологиям понимать не отбор части произведенной сельскохозяйственной продукции, а её производство с заранее оговорёнными параметрами и допусками на них. Более узкие допуски параметров на входы и выходы технологических процессов пищевых производств при высокой технологической дисциплине обеспечат не только необходимое качество продукции, но и стабильность как отдельных процессов, так и технологического потока в целом, а следовательно, эффективность, прибыльность как пищевого, так и сельскохозяйственного производства.

Применяемые в настоящее время методы стабилизации производственных процессов пищевых производств путём оперативного реагирования на внешние возмущения уже во многом исчерпали себя, а машинные технологии непрерывных производств в виде механизированных и автоматизированных поточных линий, созданные в 30-80-х годах XX века, представляют, по существу, первое и пока единственное поколение таких технологий.

Создание линий второго и следующих поколений связано с разработкой систем саморегуляции, что само по себе исключительно сложно. В связи с тем, что отклонение параметра процесса от номинала может происходить в зависимости от мощности внешнего воздействия с различной скоростью, встаёт задача учёта динамического фактора того или иного процесса, чтобы ещё при незначительной величине начавшегося отклонения выработать управляющее воздействие с необходимым упреждением, не допуская излишнего возрастания отклонения даже при мощном возмущающем воздействии. Другими словами, необходима очень сложная система автоматики, которая значительно снижает надёжность функционирования технологического потока.

Реальный путь – создание системного комплекса путём включения в него технологической системы соответствующего сельскохозяйственного производства, то есть переход к аграрно-пищевым технологиям продуктов питания. Это означает, что вместо решения вопросов создания сложнейших технических средств контроля и управления технологическими процессами для существующих пищевых технологий мы подаём на вход этих технологий сырьё с уже заведомо стабильными параметрами, значительно упрощая весь дальнейший процесс производства пищевой продукции с заданными потребительскими свойствами [5].

Таким образом, внешним дополнением пищевых технологий при создании аграрно-пищевых технологий становятся процессы сельскохозяйственного производства.

Структурное усложнение технологии отнюдь не исключает её функциональную простоту, поскольку существует гибкая и неоднозначная связь между процессами усложнения и упрощения. Одно из следствий этой связи – обязательное упрощение технологии за счёт стабилизации всех ведущих процессов. Речь идёт об упрощении производственных процессов, поскольку увеличение структурной сложности технологий продуктов питания компенсируется значительным упрощением связей между ведущими процессами ввиду стабилизации параметров начальных процессов. При этом более эффективно используются все возрастающие объёмы информации, возможности унификации процессов и агрегатирования машин, аппаратов и биореакторов.

Создание аграрно-пищевых технологий – это следующий этап естественного развития технологической базы аграрных и пищевых производств, переход от старого технологического базиса «индустриальной эры» к качественно новому базису технологий в виде единых компьютерно-интегрированных производств продуктов питания.

Цель статьи – вскрыть и проанализировать инженерные особенности проектирования системного агропромышленного комплекса, которые возникают под воздействием различных системообразующих факторов при объединении в единое целое производящих и перерабатывающих технологий АПК.

Материалы и методы. Исследование проведено с применением методов сопоставления, аналогии и систематизации, анализа и сопоставления эмпирического материала, графического представления информации.

Результаты и обсуждение.

Системный технологический комплекс. Системный комплекс – аграрно-пищевая технология – представляет собой совокупность технологических систем. Его обобщённый облик системного комплекса, отражающий важнейшие особенности сложной структуры, может быть представлен в виде блочной схемы (рисунок 1):

- технологическая система (Т.С.) сборки (синтеза) сельскохозяйственной продукции;
- технологическая система (Т.С.) разборки (анализа) сельскохозяйственной продукции на анатомические части;
- технологическая система (Т.С.) сборки (синтеза) из этих частей продуктов питания.

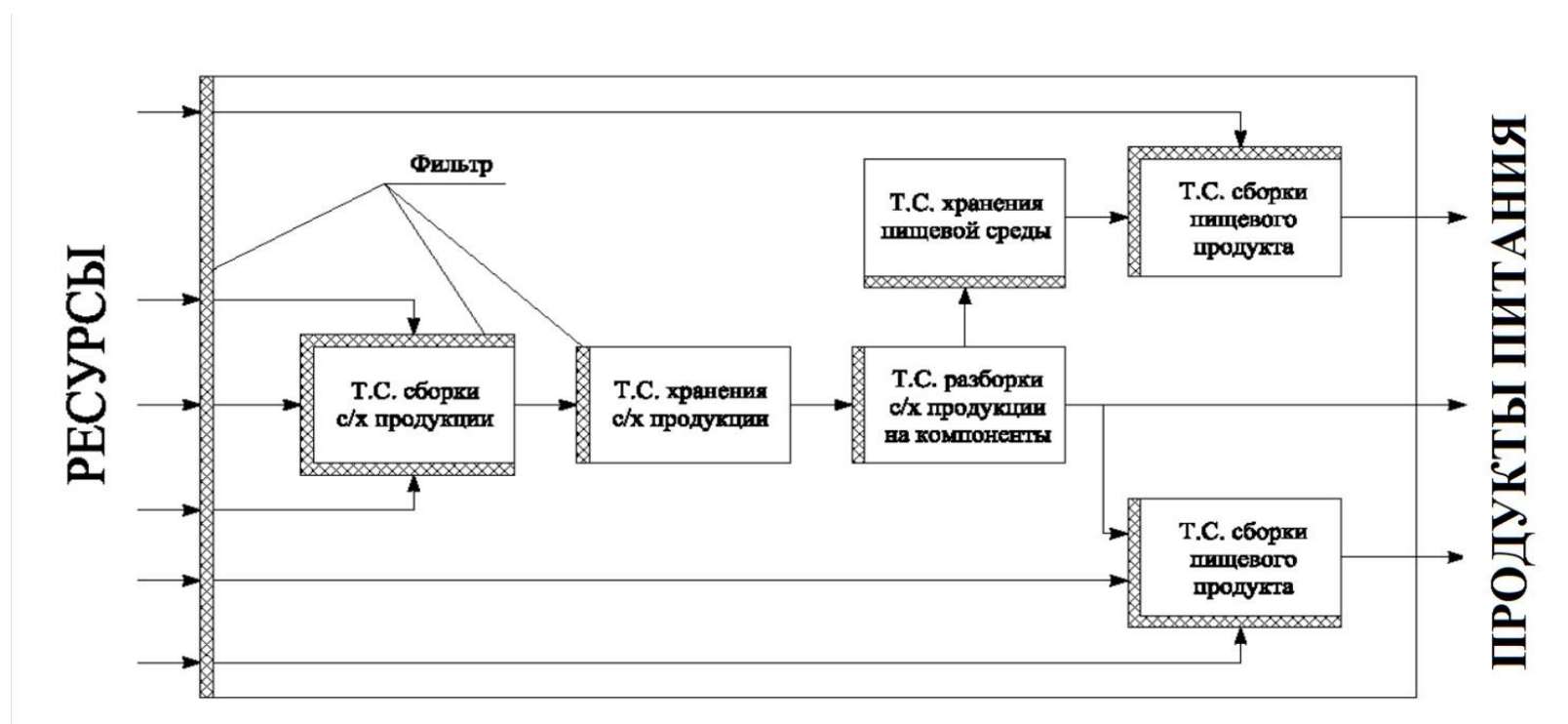


Рисунок 1 – Вариант системного комплекса «Аграрно-пищевая технология»

Figure 1 – A variant of the system complex «Agricultural and food technology»

Эти три типа «больших» технологических систем перемежаются технологическими системами хранения. Такая сложная технологическая система (системный комплекс) есть результат сближения, соединения, сжатия аграрных, перерабатывающих и пищевых технологий во времени и в пространстве. При этом разнообразные биологические, биохимические, химические, физико-химические и физические процессы, ранее столь удалённые друг от друга во времени и в пространстве и поэтому слабо взаимодействующие между собой, порой, вовсе не зависящие друг от друга, теперь сближаются, «спрессовываются» достаточно узкими допусками на величины параметров входа и выхода всех ведущих процессов настолько близко, что начинают непосредственно влиять друг на друга.

Из рисунка следует и понятие «фильтра» системного комплекса в целом, а также каждой отдельной технологической системы, под которым понимается контроль и ограничение

колебаний параметров входов ведущих процессов по значениям качества и количества. И процесс эффективного функционирования сложной технологической системы определяется возможностями этого фильтра, в том числе защиты системы и составляющих её процессов от возмущающих воздействий внешней среды.

Что отличает технологические комплексы, эти сложные технологические системы, от «больших» технологических систем? Прежде всего – характер внутренних связей, уровень взаимодействия, взаимовлияния элементов системы (технологических операций), их взаимосогласованность и взаимообусловленность, конечная цель. В технологических комплексах АПК эти свойства приобретают решающее значение. Новой ступенью в развитии систем процессов становятся именно комплексы. Технологический системный комплекс объединяет в единое целое большое число разнородных «больших» систем – автономных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Такие комплексы обладают совершенно новыми свойствами, не характерными ни для технологий производства растительной и животноводческой продукции, ни для многочисленных технологий её переработки.

Системный агрокомплекс создается для получения существенного прироста эффективности в производстве продуктов питания. Но не всякий холдинг, соединяющий сельскохозяйственную технологию (например, производство пшеницы) и перерабатывающие технологии (например, производство муки, хлеба и макаронных изделий), может составить системный технологический комплекс. Лишь совокупность тех технологий, которые сами состоят из большого числа разнородных и сложных частей – подсистем, тесно связанных между собой, которые насыщены машинами, аппаратами, биореакторами, автоматикой, информационно-вычислительными системами, хорошо управляемы, обладает свойствами системных агрокомплексов. Эти агрокомплексы представляют собой закономерный, но качественно новый этап развития технологических систем, этап, непосредственно связанный с инновационной революцией в АПК. В таком сложном, ответственном деле, как создание комплексов масштаба «Аграрно-пищевая технология», нужна строгая инженерная база.

Сложные технологические системы представляют собой новый, более высокий уровень развития производительных сил по сравнению с прежними «большими» технологическими системами в растениеводстве и животноводстве, а также классическими поточными линиями для производства муки, крупы, хлеба, молочных и мясных продуктов, консервов и т.д.

Создание системного комплекса «Аграрно-пищевая технология» позволит разрешить полностью или частично основное техническое противоречие любого технологического потока: «производительность – качество». Условием организации такого комплекса является создание крупных индустриальных агропромышленных предприятий на новой технологической и технической базе, эффект функционирования которых может быть представлен в виде:

- повышения производительности труда;
- расширения адресности производства сельскохозяйственной продукции;
- усиления технологичности свойств сельскохозяйственного сырья;
- обеспечения прижизненного формирования качества продуктов питания;
- реализации прослеживаемости безопасности потребления продуктов питания;
- приближения перерабатывающих и пищевых предприятий к местам производства сельхозсырья;
- развития кооперативных форм организации труда;

- повышения технологической дисциплины в сельскохозяйственном производстве, перерабатывающей и пищевой промышленности;
- создания на перерабатывающих и пищевых предприятиях высокоавтоматизированных и роботизированных производств продуктов питания;
- развития ресурсосбережения и экологичности процессов по всей технологической цепочке.

Создание системных технологических комплексов – дело, конечно, будущего, но не такого далёкого, как это может показаться. Уже через 50 лет будет трудно найти рабочих, производящих продукцию сельского хозяйства по технологиям начала XXI века и рабочих перерабатывающих и пищевых предприятий, занятых в цехах современного нам вида. Сегодня же необходимо уяснить механизм возникновения из «больших» технологических систем очень сложных целостных образований (технологических комплексов), которые обладают незнакомыми нам свойствами, особенностями и закономерностями, с чем придется столкнуться при их организации, функционировании и развитии. И к этому надо готовиться уже сейчас. Дело в том, что диалектика дальнейшего развития антропогенных целостных систем ведёт к их усложнению, но упрощает процессы функционирования и повышает эффективность таких систем.

Роль высокоорганизованных сложных технологических систем в экономике страны, несомненно, будет возрастать, а их число множиться. Появятся новые промышленные, транспортные, горнодобывающие, металлургические и продовольственные комплексы. При создании комплекса «Аграрно-пищевая технология» особое внимание должно быть обращено на возможности, условия и перспективу дальнейшего развития такой сложной технологической системы, поскольку на горизонте уже просматриваются черты седьмого технологического уклада, корни которого в шестом технологическом укладе.

Системный технологический комплекс: синергетика и инженерия. Подход к созданию исключительно сложных систем начинает формировать стратегию переднего края науки. Это относительно новое научное направление получило название «Синергетика». Нет сомнений в том, что синергетика позволит по-новому взглянуть на современные технологии АПК и ускорить их качественное преобразование [1, 4, 9].

Истоки синергетики можно увидеть в основных представлениях кибернетики, освоение которой в Советском Союзе относится к 50-60-м годам XX века [2]. В развитие отдельных положений кибернетики в 70-х годах была разработана общая теория систем [8]. А в 80-90-х годах на основе синтеза кибернетики и теории систем возникает перспективное поле научных исследований – теория самоорганизации очень сложных систем – синергетика.

Принципы обратной связи кибернетики работают на создание процессов технологий различных производств и автоматизированных систем управления объектами. Синергетика же выявляет механизмы развития и самоорганизации сложных систем вообще. И это чрезвычайно актуально в период ускоренного развития материально-технической составляющей цивилизации, в том числе и объектов АПК России.

Анализируя этапы и направления исторического развития кибернетики, общей теории систем и синергетики, можно сделать заключение, что во второй половине XX века формируется новый, ранее неизвестный подход научных и инженерных изысканий, обусловленный возрастающей сложностью антропогенных систем процессов. Этот подход проявляется в виде некоего «фермента» или «катализатора», который не заменяет базовые научные и инженерные дисциплины, но стимулирует развитие знаний в их рамках [3].

Синергетика развивает некоторые представления и понятия, которые были введены кибернетикой и общей теорией систем. Прежде всего речь идет о понятии обратной связи, причем не только отрицательной обратной связи, ответственной за процесс поддержания функции объекта, его гомеостазис, но и положительной обратной связи, ответственной за процесс форсированного развития объекта. Поэтому синергетика может рассматриваться как инструмент нашего проникновения в будущее технологий АПК.

Термин «синергетика» означает совместное действие, подчёркивая согласованность связей частей, отражающуюся в функционировании системы процессов как единого целого. Например, системный комплекс «Аграрно-пищевая технология» состоит из 5-6 «больших» систем (технологий) и представляет собой совокупность из 20-30 и более подсистем. Комплекс содержит от 75 до 100 и более элементов – ведущих технологических операций в машинах, аппаратах, биореакторах и устройствах, соединённых сотнями связей (материальными, энергетическими и информационными) с определёнными допусками, регламентированными технологическими инструкциями.

Чтобы быть объектом синергетики такой комплекс должен обладать характеристиками самоорганизующейся системы: открытостью, нелинейностью и нестабильностью.

Открытость – это способность системы постоянно обмениваться веществом, энергией и информацией с окружающей средой и обладать как источниками сырьевых и энергетических ресурсов, а также информацией извне, так и стоками в виде продукции, материальных отходов, рассеяния энергии и информации. Открытость есть необходимое условие существования относительно стабильных по ведущим параметрам технологических процессов.

В открытых технологических системах важнейшую роль играют случайные факторы, флуктуационные процессы. Это касается не только сельскохозяйственной части системного технологического комплекса, ввиду природных и климатических особенностей, но и его перерабатывающей части. Речь идет о сбоях относительно требований инструкций в качестве и количестве подаваемых материальных ресурсов на всех этапах технологического потока, сбоях в энергоснабжении, сбоях в управлении. Флуктуация может быть настолько сильной, что, пробежав волной по элементам и связям системы, приводит к выходу дефектной продукции. Но с другой стороны, флуктуационные процессы необходимы, так как они стимулируют процессы развития. Более того, в условиях, далёких от состояний процессов с максимальной информационной энтропией, слабые флуктуации могут оказать сильное воздействие на технологическую систему, разрушая сложившуюся структуру и способствуя её радикальному качественному изменению. В частности, это касается точности работы дозаторов в сторону её понижения, поскольку за этим обязательно следуют значительные (в зависимости от рецептуры) изменения физико-механических свойств обрабатываемых сред и, как следствие, отказы ведущих процессов, что требует пересмотра (развития) технического обеспечения технологии.

Нелинейность – концептуальная основа синергетики. Всякий раз, когда поведение сложного объекта удаётся описать системой уравнений, эти уравнения оказываются нелинейными. Нелинейные уравнения могут иметь несколько качественно различных решений. Отсюда вытекает физический смысл нелинейности: множеству решений нелинейного уравнения соответствует множество направлений развития системы, описываемой этой нелинейной моделью.

Совокупность процессов системного комплекса «Аграрно-пищевая технология» нелинейна, так как в разное время при разных внешних воздействиях его поведение определяется

различными закономерностями. Это выражается, в частности, в разнообразных технических решениях конкретной технологической задачи.

Из этой поведенческой особенности нелинейных систем АПК следует важнейший вывод по вопросу организации их научно-технического прогнозирования и управления ими.

Нестабильность можно определить, как состояние открытой системы, при котором происходит изменение макроскопических параметров её элементов (технологических операций), связей, условий функционирования. Необходимо отметить, что системный комплекс, находящийся в неустойчивом состоянии, чувствителен к внешним воздействиям, согласованным с его собственными свойствами. Поэтому такие флуктуации во внешней среде оказываются не «шумом», а движущим фактором развития его элементов, связей и структуры. В этом случае малые, но согласованные с внутренним состоянием комплекса внешние воздействия могут оказаться более эффективными, чем большие. В этом как бы проявляется механизм резонансного возбуждения, что приводит к возникновению точек ветвления дальнейшего пути развития комплекса. Эти точки бифуркации могут вывести систему как в устойчивое положение (что представляет интерес для дальнейшего функционирования системы в том же качестве), так и в неустойчивое положение (что представляет интерес с точки зрения перехода её в новое качественное состояние) [7].

Поэтому синергетика побуждает нас осознать концепцию развития очень сложных технологических объектов в АПК как открытых нелинейных систем, которые в неустойчивом состоянии являются носителями многообразных форм их будущей организации.

Системный технологический комплекс: вопросы самоорганизации. Нелинейные системы, являясь неустойчивыми и открытыми, сами создают и поддерживают флуктуации в окружающей среде. В таких условиях между системой и средой могут создаваться отношения обратной положительной связи, т.е. система влияет на среду таким образом, что в среде вырабатываются некоторые условия, которые вызывают изменения в самой этой среде. Последствия такого взаимодействия открытой системы и её среды могут быть самыми неожиданными. И мы эти явления наблюдаем в технологиях АПК.

Самоорганизация технологического комплекса наступает только в случае преобладания положительных обратных связей, действующих в открытой системе, над отрицательными обратными связями. И синергетика ориентирует инженера на раскрытие механизмов самоорганизации таких исключительно сложных систем, созданных человеком и функционирующих при его участии.

Десятки и сотни элементов системного комплекса, т.е. технологических процессов в оборудовании, наделены такими свойствами, как устойчивость и изменчивость, технологическая надёжность и ненадёжность, линейность и нелинейность, управляемость и неуправляемость, чувствительность и нечувствительность к внесистемному и внутрисистемному воздействию и т.д. Весь этот набор свойств элементов приводит при определённых условиях к полной непредсказуемости в поведении сложной системы как единого целого. И эта же система при изменении внешних условий может вести себя совершенно предсказуемо и закономерно.

Вообще под самоорганизацией понимается переход (с участием человека) открытой неустойчивой нелинейной системы от менее к более сложным и упорядоченным формам её организации. При этом развитие таких систем протекает путём нарастающей сложности и упорядоченности при одновременном упрощении процесса функционирования. Одним из направлений развития сложных систем является создание низкочувствительных процессов в технологическом потоке [5].

Системный технологический комплекс: взаимоусиление соединенных технологий.

Опыт разработки системных комплексов в других областях народного хозяйства дает возможность сформулировать следующие основные принципы проектирования таких комплексов в АПК:

- рациональный выбор технологий, обеспечивающий выполнение системным комплексом в целом всех поставленных задач;
- тщательное сопряжение технологий в единый, хорошо функционирующий технологический поток;
- всесторонняя, скурпулезная автономная проверка технологической надежности каждого компонента комплекса;
- количественная оценка уровня стабильности каждой из сопряженных технологий как подсистемы комплекса;
- количественная оценка уровня целостности (уровня организации) системного комплекса в целом и определение его эффективности при решении поставленных задач.

Необходимо отметить кульминационный момент этой парадигмы развития технологий АПК – обстоятельства, при которых формируется целостность индустриального системного комплекса, приводящая к сверхвозможностям, сверхэффективности соединенных в единое целое технологий сельскохозяйственного производства, технологий хранения, технологий перерабатывающих производств и технологий пищевой промышленности. Речь идет о системообразующих факторах, которые могут быть разные по технологическим решениям в каждой из технологий, составляющих комплекс. Например, в одной технологии – это синхронность функционирования процессов, в другой – это узкая специализация процессов, в третьей – это высокая стабильность выходов процессов и так далее. Таким образом, в основе дополнительного эффекта функционирования каждого блока (технологии внутри системного комплекса) лежит свой системообразующий фактор. А эффект системного комплекса в целом определяется уровнем реализации этих системообразующих факторов в отдельных технологиях, составляющих комплекс. И если в одной из технологий системообразующий фактор будет реализован ниже проектируемых возможностей, нарушатся «стыки» между технологиями, их связи, и цепь процессов разорвется, а эффект комплекса снизится, а то и вообще упадет до недопустимо малой величины.

Таким образом, взаимоусиление соединенных в комплекс технологий – вот источник эффекта сложных систем.

Системный технологический комплекс: индустриализация сельскохозяйственных технологий. Перерабатывающая часть системного комплекса «Аграрно-пищевая технология» уже достаточно строго организована в технологический поток и функционирует на заводах, фабриках, комбинатах и других крупных пищевых предприятиях при минимальном количестве внешних возмущающих факторов и высоком уровне механизации и автоматизации, что нельзя сказать о части комплекса, производящей растительное и животное сырье. По этой причине совершенно необходимо организовать производство сельскохозяйственной продукции на промышленной основе. В сельском хозяйстве закономерности, описывающие строение, функционирование и развитие технологических процессов, гораздо сложнее, чем закономерности технологических процессов на перерабатывающих и пищевых предприятиях, и носят, преимущественно, вероятностный характер. Это обуславливается особенностями главного средства производства – земли с ее сильно изменяющейся от погодных условий отдачей. Растения и животные также имеют свои биологические особенности роста и развития. Поэтому решение проблемы производства стабильной по качеству и количеству сельскохо-

зйственной продукции следует искать в создании принципиально новых технологий индустриального типа, что потребует в свою очередь создания новых высокоурожайных культур растений и новых высокопродуктивных пород животных.

В основе индустриальных технологий растениеводческой продукции должна лежать организация стройной системы обработки почвы, внесения удобрений, точного посева, механизированного ухода за посевами, борьбы с болезнями и вредителями, уборки урожая и его хранения. При этом точный высев семян становится возможным лишь после их специальной обработки: сортирования, шлифования, калибрования, дражирования с приданием им шарообразной формы. Именно с точного, а порой прецизионного по агротехническим параметрам посева должна начинаться аграрно-пищевая технология продуктов питания из растительного сырья, имеющая узкие допуски параметров всех ведущих производственных процессов вплоть до процесса упаковки готовой продукции.

В основе индустриальных технологий животноводческой продукции должна лежать организация автоматизированных процессов содержания животных, чтобы человек был занят не обслуживанием животных, а обслуживанием автоматизированных производственных систем. Такая технология приводит к понятию «ферма – завод», когда сельскохозяйственный труд приобретает черты труда заводского, а производство животноводческой продукции ведется в едином производственно-технологическом цикле.

Таким образом, индустриализация полей и ферм должна внести коренные качественные изменения в технологии производства сельскохозяйственной продукции.

Каким же образом придать технологиям сельскохозяйственного производства индустриальный облик? Ответ на этот вопрос дает академик РАСХН Леонид Владимирович Погорелый, в 1991-2003 годах директор Украинского научно-исследовательского института по прогнозированию и испытанию техники и технологий для сельскохозяйственного производства [6].

В конце XX века в нашей стране были получены важные исходные предпосылки для проектирования агробиозаводов и агрозоофабрик.

В полеводстве такой путь возможен, если отойти от традиционной тяговой концепции трактора. Эта концепция функции мобильного энергетического средства должна быть радикально изменена: рабочие энергомашины должны быть преобразованы в носители и передатчики энергии рабочим органам и машинам, передвигающимся по специальной колее или искусственным дорожкам. Одним из направлений развития заводской модели полеводства является создание мостовых мобильных систем. Это не что иное, как передвижной сельскохозяйственный завод.

Заводские тенденции развития аграрной части индустриального системного комплекса «Аграрно-пищевая технология» свойственны и промышленному животноводству. Заводами и фабриками животноводческие комплексы могут стать благодаря внедрению прогрессивных технологий на основе комплексной механизации и автоматизации поточных методов производства и современных систем управления. Сходство данной концепции организации сельскохозяйственного предприятия с концепцией промышленного перерабатывающего предприятия обеспечивается за счет высокой концентрации производства при его узкой специализации.

На сельскохозяйственных предприятиях заводского и фабричного типов могут быть обеспечены точность, устойчивость, стабильность и технологическая надежность процессов сельскохозяйственного производства. Именно такие процессы могут обеспечить качество связей по всей технологической цепочке системного комплекса «Аграрно-пищевая технология», что позволит на перерабатывающих и пищевых предприятиях применять роторную технологию и роторную технику [5].

Системный технологический комплекс: основные положения парадигмы развития. Методологический кризис в инженерии АПК России может быть преодолен, если новой парадигмой в производстве продуктов питания станет идеология создания индустриальных системных комплексов, приводящих к избыточному положительному эффекту. В этом суть и неизбежность диалектического развития антропогенных систем. Основные положения парадигмы следующие.

Первое положение – изменение стиля мышления ученого и инженера. Старая детерминированная физико-химическая картина отдельных технологических процессов заменяется новой стохастической картиной, поскольку все технологии, как сложные системы процессов, функционируют по закономерностям теории вероятности, математической статистики и теории информации.

Второе положение – осмысление необходимости процессов анализа и синтеза. В настоящее время складывается впечатление, что в науке процессы дифференциации превалируют над процессами синтеза. Но это впечатление связано с классом решаемых задач. Процедура синтеза уже требует учёта внешних возмущающих факторов и учёта взаимовлияния ведущих процессов в технологии. Это ведёт к смене математического аппарата и построению стохастической модели объекта.

Третье положение – рассмотрение технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции как систем процессов. Такие технологии, как объекты исследования и оптимизации, должны удовлетворять следующим требованиям:

- должен существовать системообразующий фактор, определяющий взаимосвязь подсистем в системе и создающий синергетический эффект;
- должна быть установлена количественная мера, определяющая уровень организации (целостности) системы;
- система должна быть частью (подсистемой) охватывающей её системы (надсистемы).

Четвертое положение – построение графической модели сквозной технологии как сложной системы процессов. Процедура построения модели такого объекта, как технология системного комплекса, состоит в последовательном использовании анализа и синтеза. Из подсистем синтезируется полная графическая модель системного комплекса. Выходы подсистем – точки контроля качества функционирования технологии этого комплекса.

Пятое положение – диагностика технологической системы с точки зрения качества её функционирования. Необходимо выполнить две диагностики: перед и после соответствующего вмешательства в конкретную технологию. Сравнение количественных результатов этих двух диагностик и покажет глубину проработки НИОКР.

Шестое положение – собственно процесс развития технологической системы по результатам первой диагностики, что выливается, например, во взаимную адаптацию технологических свойств исходного сельскохозяйственного сырья к процессам его преобразования, с одной стороны, и механизмов процессов в машинах, аппаратах и биореакторах перерабатывающих производств к технологическим свойствам сырья, с другой.

Седьмое положение – поиск наиболее эффективных методов подвода энергии к процессам производства, хранения и переработки сельскохозяйственного сырья в продукты питания. Речь идёт прежде всего о волновых воздействиях на обрабатываемые среды: переменном электромагнитном поле сверхвысоких и низких частот, магнитных полях, световых импульсах, пульсирующих электрических полях, инфракрасном и ультрафиолетовом излучении, кавитации, ультразвуке, электрохимическом и лазерном воздействии. Широкие пер-

спективы просматриваются в сочетании этих волновых процессов с традиционными методами подвода энергии к обрабатываемым средам.

Заключение. Надо научиться смотреть на 40-50 лет вперед. Если обернуться назад и посмотреть на технологию и технику сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий 50-летней давности (это 60-е годы XX века) и сравнить их с современными технологиями и техникой в АПК, то такой же технологический сдвиг мы могли бы наблюдать, посмотрев на сегодняшние технологии АПК из 60-70-х годов XXI в. Поэтому ретровзгляд из настоящего в прошлое и из будущего в настоящее весьма целесообразен. Он стимулирует ученых и инженеров к прогнозированию и созданию неординарных инновационных технологий и техники АПК.

В этой связи необходимо:

- проанализировать современные технологии АПК России и их техническое сопровождение с точки зрения возможности и целесообразности создания в перспективе системных технологических комплексов индустриального производства и переработки продукции сельского хозяйства в продукты питания;
- разработать перспективные программы поисковых, фундаментальных, прикладных и опытно-конструкторских работ с государственным бюджетным финансированием по сквозным технологиям системного комплекса на период до второй половины XXI века и далее;
- организовать подготовку научных и инженерных кадров путем объединения ВУЗов сельскохозяйственного и пищевого профилей или создать факультеты аграрно-пищевых технологий в сельскохозяйственных ВУЗах.

Библиографический список

1. Баранцев, Р.Г. Синергетика в современном естествознании / Р.Г. Баранцев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 160 с.
2. Кафаров, В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии / В.В. Кафаров. – М.: Химия, 1968. – 380 с.
3. Князева, Е.Н. Синергетика: нелинейность времени и ландшафты коэволюции / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М.: КомКнига, 2014. – 272 с.
4. Курдюмов, С.П. Синергетика – новые направления / С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов. – М.: Знание, 1989. – 48 с.
5. Панфилов, В.А. Теория технологического потока / В.А. Панфилов. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: КолосС, 2007. – 319 с.
6. Погорелый, Л.В. Сельскохозяйственная техника и технология будущего / Л.В. Погорелый. – К.: Урожай, 1988. – 176 с.
7. Пригожин, И. Философия нестабильности / И. Пригожин // Вопросы философии. – 1991. – № 6. – С. 46-57.
8. Садовский, В.Н. Основания общей теории систем / В.Н. Садовский. – М.: Наука, 1974. – 280 с.
9. Хакен, Г. Синергетика: принципы и основы. Перспективы и приложения / Г. Хакен; пер. с англ. – Изд. 2-е, доп. – М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2015. – 448 с.

Reference

1. Barancev, R.G. Sinergetika v sovremennom estestvoznanii / R.G. Barancev. – M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2009. – 160 s.
2. Kafarov, V.V. Metody kibernetiki v himii i himicheskoj tekhnologii / V.V. Kafarov. – M.: Himiya, 1968. – 380 s.
3. Knyazeva, E.N. Sinergetika: nelinejnost' vremeni i landshafty koevoljucii / E.N. Knyazeva, S.P. Kurdyumov. – M.: KomKniga, 2014. – 272 s.
4. Kurdyumov, S.P. Sinergetika – novye napravleniya / S.P. Kurdyumov, G.G. Malineckij, A.B. Potapov. – M.: Znanie, 1989. – 48 s.

5. Panfilov, V.A. Teoriya tekhnologicheskogo potoka / V.A. Panfilov. – 2-e izd., isprav. i dop. – M.: KolosS, 2007. – 319 s.
6. Pogorelyj, L.V. Sel'skohozyajstvennaya tekhnika i tekhnologiya budushchego / L.V. Pogorelyj. – K.: Urozhaj, 1988. – 176 s.
7. Prigozhin, I. Filosofiya nestabil'nosti / I. Prigozhin // Voprosy filosofii. – 1991. – № 6. – S. 46-57.
8. Sadovskij, V.N. Osnovaniya obshchej teorii sistem / V.N. Sadovskij. – M.: Nauka, 1974. – 280 s.
9. Haken, G. Sinergetika: principy i osnovy. Perspektivy i prilozheniya / G. Haken; per. s angl. – Izd. 2-e, dop. – M.: URSS: LENAND, 2015. – 448 s.

E-mail: vap@rgau-msha.ru

УДК 636.08

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-19-29

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АГРАРНО-ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

INNOVATIVE CREATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL AND FOOD TECHNOLOGIES

Горлов И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН
Сложенкина М.И., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН
Анисимова Е.Ю., кандидат биологических наук
Княжеченко О.А., младший научный сотрудник

Gorlov I.F., doctor of agricultural sciences, professor, academician of RAS
Slozhenkina M.I., doctor of biological sciences, professor, correspondent member of RAS
Anisimova E.Yu., candidate of biological sciences
Knyazhechenko O.A., junior researcher

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

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

Продовольственное обеспечение является важнейшим элементом жизнедеятельности общества, состояние которого в значительной мере определяет национальную и экономическую безопасность. Согласно Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, предусматривается обеспечение стабильного роста производства продукции животноводства за счет применения новых племенных ресурсов, технологий производства высококачественных кормов и кормовых добавок, переработки, хранения и методов контроля качества сельскохозяйственного сырья, продукции и продовольствия. В статье представлены результаты научных изысканий ученых института, выполненные за период с 2015 по 2019 гг. в рамках гранта Российского научного фонда. Так, в ходе проведенных исследований были разработаны высокоэффективные подходы к повышению эффективности производства животноводческого сырья на основе внедрения современных молекулярно-генетических методов исследования ДНК, оптимизации паратипических факторов и биотехнологических приемов повышения продуктивного действия кормов. В ходе целена-

правленной работы были разработаны методы управления механизмами целенаправленного формирования мясной и молочной продуктивности сельскохозяйственных животных; научно и практически обоснована рациональность использования территориально и экономически доступных сырьевых ресурсов при производстве конкурентоспособной продукции животноводства. Дана оценка технологическим и физиологически функциональным свойствам перспективных видов регионального животноводческого и растительного сырья. Проведен подбор ингредиентов рецептурных композиций и разработаны технологии создания новых молочных и мясных продуктов в соответствии с принципами нутрициологии и пищевой комбинаторики и выявлены критерии совместимости компонентов пищевых систем на всех этапах технологического процесса. Также были разработаны рациональные технологические приемы обработки сырьевых ингредиентов для обеспечения максимальной сохранности полезных свойств рецептурных композиций в производственном процессе. Таким образом, фундаментальные исследования и научно-технические разработки включают в себя результаты современных молекулярно-генетических, селекционных, биотехнологических, физиолого-биохимических и зоотехнических исследований. Результаты проведенных научно-исследовательских работ будут способствовать развитию системных аграрно-пищевых технологий при производстве и переработке отечественной продукции животноводства, созданию высококачественной мясной и молочной продукции.

Food security is the most important element of the life of society, the state of which largely determines the national and economic security. According to the Federal scientific and technical program of agricultural development for 2017-2025, it is envisaged to ensure stable growth of livestock production through the use of new breeding resources, technologies for the production of high-quality feed and feed additives, processing, storage and quality control methods of agricultural raw materials, products and food. The article presents the results of scientific research carried out by scientists of the Institute for the period from 2015 to 2019 within the grant of the Russian scientific Foundation. So, in the course of studies was developed highly effective approaches to improve production efficiency of livestock feed through the introduction of modern molecular genetic techniques, DNA studies, optimization of paratypical factors and biotechnological methods of increasing productive action of forages. In the course of purposeful work methods of management of mechanisms of purposeful formation of meat and dairy productivity of agricultural animals were developed; rationality of use of territorially and economically available raw resources at production of competitive products of animal husbandry is scientifically and practically proved. The estimation of technological and physiologically functional properties of perspective types of regional animal and vegetable raw materials is given. Selection of ingredients of compounding compositions is carried out and technologies of creation of new dairy and meat products according to the principles of nutritiology and food combinatorics are developed; criteria of compatibility of components of food systems at all stages of technological process are revealed. Rational technological methods of processing raw ingredients were also developed to ensure maximum preservation of useful properties of prescription compositions in the production process. Thus, fundamental research and scientific and technical developments include the results of modern molecular genetic, breeding, biotechnological, physiological-biochemical and zootechnical studies. The results of the research will contribute to the development of systemic agricultural and food technologies in the production and processing of livestock products, the creation of high-quality meat and milk products.

Ключевые слова: животноводческая продукция, молекулярно-генетические исследования, аграрно-пищевые технологии.

Key words: livestock products, molecular genetic research, agricultural and food technologies.

Введение. Как показывают результаты исследований отечественных и зарубежных ученых, внедрение инновационных технологий в животноводстве предполагает зачастую не только техническое перевооружение, но и использование принципиально новых подходов с учетом генетического потенциала животных, агроэкологических условий зон их разведения, создания оптимальных условий содержания и кормления, оптимизации рационов кормления. Представленные результаты научных изысканий посвящены прежде всего изучению особенностей региональных породных ресурсов и разработку рекомендаций по эффективному их использованию, что подтверждает актуальность исследований.

Материалы и методы. В ходе исследований проведены лабораторные, научно-хозяйственные и физиологические опыты. В процессе исследований использовались материалы бонитировки, первичного зоотехнического учета, производственного отчета хозяйств, планы селекционно-племенной работы. Объектами исследований являлись: бычки калмыцкой, казахской белоголовой, русской комолой породы; баранчики эдильбаевской, сальской, волгоградской пород; молодняк свиней крупной белой породы; ремонтный молодняк и куры родительского стада кроссов РОСС 308 и «Хайсекс коричневый»; инновационные кормовые добавки и препараты; синтетические аминокислоты (лизин и метионин); белково-витаминно-минеральная добавка с комплексом антибактериальных препаратов; биофлавоноиды и водорастворимые полисахариды – дегидрохверцетин и арабиногалактан. Исследования проводились в условиях промышленных комплексов Волгоградской, Саратовской, Ростовской областей, республики Калмыкия.

Генетический анализ проводился методом ПЦР-ПДРФ (полимеразной цепной реакции – полиморфизм длин рестрикционных фрагментов). ПЦР-ПДРФ-анализ фрагмента гена GH выполняли с использованием эндонуклеазы. Рестрикционные фрагменты разделяли в агарозном геле. Визуализацию электрофореграмм проводили на трансиллюминаторе в УФ свете. По результатам молекулярно-генетического анализа устанавливали наличие и частоту аллелей и генотипов.

Лабораторные исследования кормов, получаемого сырья, пищевых добавок и продуктов проводили в аккредитованных лабораториях, в том числе комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП, полученные данные обрабатывали математическими и статистическими методами с определением критерия достоверности разности по Стьюденту и Фишеру при трех уровнях вероятности.

Результаты и обсуждение. Дана оценка актуальности исследований, направленных на разработку высокоэффективных подходов к повышению эффективности производства продукции животноводства применительно к агроэкологическим условиям Юга России. Проведена оптимизация метода мультилокусного межмикросателлитного ПЦР-анализа ДНК (ISSR-фингерпринтинга) для оценки консолидированности стад сельскохозяйственных животных и раннего прогнозирования перспективности и чистопородности животных. Разработан комплексный подход для оценки генетического потенциала отечественных мясных пород скота и их помесей с одновременным использованием нескольких биотехнологических приемов, по-

звляющих оценивать генетическое разнообразие пород (ISSR и микросателлитный анализ), уровень полиморфизма генома у исследуемых животных и их чистопородность (ISSR и микросателлитный анализ) и однонуклеотидный полиморфизм (SNP) генов, ассоциированных с хозяйственно-ценными признаками. Проведен сравнительный анализ генофондов разводимых в России пород крупного рогатого скота разного направления продуктивности (20 выборок – 5 молочных пород, 9 мясных и 6 пород двойной продуктивности) на основе данных ISSR-анализа. На основе микросателлитного анализа определены генотипы по каждому из микросателлитных локусов и их частоты. На основе анализа SNP-генов определены частоты аллелей и генотипов по генам RORC, bGH, bGHR, LEP, LEPR, описаны комплексные генотипы.

На основе моделирования качественных показателей говядины определены направления и величины коррелятивных связей между изучаемыми признаками и выявлены основные факторные показатели (маркеры) для прогноза мясной продуктивности бычков казахской белоголовой и калмыцкой пород; разработаны модели для прогноза мясной продуктивности бычков и качественных показателей говядины. Обоснована научно-практическая значимость разведения крупного рогатого скота калмыцкой породы. Учитывая, что в формирование данной породы внесли вклад киргизская (кавказская), монгольская, якутская, тувинская и сибирская породы скота, а также отсутствие научных данных о калмыцкой породе на молекулярно-генетическом уровне, значительный интерес представляет дальнейшее детальное изучение ДНК животных. Проведено геномное сканирование племенного поголовья калмыцкой породы с использованием чипа illumina SNP IDBv3 BeadChip с целью идентификации SNP-профилей и оценки племенной ценности животных, разработаны рекомендации по применению ДНК-маркеров и использованию результатов при создании селекционных программ совершенствования существующих и выведения новых пород и внутривидовых типов, разработаны рекомендации по ведению селекционной работы в направлении создания племенных стад с высоким генетическим потенциалом, формированию их оптимальной генеалогической структуры на основе современных молекулярно-генетических методов исследования ДНК. Изучены внутривидовые типы (генофонд) отдельной популяции калмыцкой породы крупного рогатого скота трех генеалогических линий, чистота которых подтверждена на основе молекулярно-генетической оценки уровня инбридинга, что позволяет оценить точность распределения потомков по линиям и подобрать будущую селекционную стратегию. Селекционная работа и разведение животных должны быть построены с учетом особенностей происхождения животных. При необходимости ведения селекционной работы по линиям возможно также учитывать пространственное расположение индивидуумов по линиям. Выявлены SNP-полиморфизмы с высокой долей вероятности, связанные с такими хозяйственно-полезными признаками, как «живая масса» и «среднесуточный прирост». Увеличение численности анализируемых образцов позволит повысить достоверность ассоциативного анализа. Впервые сформулированы и научно обоснованы методы, принципы и механизмы повышения генетического потенциала продуктивности скота калмыцкой породы за счет традиционных и современных методов селекции (разведения по линиям, типам телосложения и по генетическим маркерам, ассоциированным с уровнем и качеством мясной продуктивности). Изучены показатели интенсивности роста, мясной продуктивности, аминокислотного и жирнокислотного состава сырья, функционально-технологических свойств говядины, полученной от бычков калмыцкой породы при использовании новых кормовых добавок [10].

Изучены генетическое сходство и дистанции русской комолой породы крупного рогатого скота с современной ангусской породой. Научно обосновано, что в степных и сухостепных регионах страны с резко континентальным климатом, с экономической точки зрения, на мясо более выгодно выращивать молодняк русской комолой породы. В результате иммуногенетического типирования по группам крови выявлены особенности фонда популяций крупного рогатого скота русской комолой, абердин-ангусской и калмыцкой пород, выразившиеся в различной встречаемости антигенных факторов. Наименьшее генетическое расстояние имелось у популяций абердин-ангусской и русской комолой пород. В 1,4 раза большее генетическое удаление имели породы калмыцкая – русская комолой и в 1,7 раза породы калмыцкая – абердин-ангусская. Результаты молекулярно-генетических исследований генофонда скота ангусской (австралийской селекции) и русской комолой пород показали, что генофонд этих популяций имеет довольно высокое сходство. Однако суммарное содержание наиболее желательных GG/AA, AG/AA и AA/AA генотипов по генам RORC, GH и Ler по популяции русской комолой породы составило 47,5% и было больше, чем в ангусской, на 6,2% [7].

Получены сведения о темпах прироста живой массы, массы полутуш, показателях упитанности мясного скота при реализации травяного откорма с различными вариантами обогащения растительными маслами, изучен жирнокислотный состав говядины в нейтральных липидах и фосфолипидных фракциях, установлены наиболее перспективные схемы кормления мясного скота с позиции максимального накопления n-3 ПНЖК в мясе, рассмотрена взаимосвязь изменения цветовых характеристик мяса от его окислительной стабильности, проведена оценка формирования кулинарных качеств стейков говядины (вкус, сочность) [14].

Проведены молекулярно-генетические исследования ДНК овец сальской, волгоградской пород и породы «Советский меринос». Изучен полиморфизм генов GDF9, GH, CASP и MC4R. Отсутствие полиморфизма в генах BMP1B и BMP15 не позволяет рассматривать их как генетические маркеры. Разработаны рекомендации по совершенствованию селекционной работы племенных хозяйств на основе выявления взаимосвязи генетических маркеров с формированием продуктивных качеств мелкого рогатого скота. Для изучения генетической структуры популяции волгоградской породы овец проведено тестирование по микросателлитным локусам. Проведенные исследования нуклеотидной последовательности D-петли мтДНК показали наличие одного корня волгоградской породы овец с мериносами австралийской селекции, но в дальнейшем дифференцированное развитие определило уникальные особенности этих пород. Проведенный анализ показал, что все мериносовые и тонкорунные породы отечественной селекции относятся к гаплогруппе В, мериносы австралийской селекции – к гаплогруппе А и алтайская порода овец относится к группе С.

Оптимизированы температурные режимы ПЦР для определения полиморфизма гена FABP4 и CLPG, изучено разнообразие аллельных вариантов гена FABP4, связанного с нежностью мяса у овец волгоградской и эдильбаевской пород, изучен полиморфизм гена CLPG, увеличивающего размеры каудальных мышц и поджарость овец волгоградской и эдильбаевской пород, даны рекомендации по совершенствованию селекционной работы в племенных хозяйствах на основе выявления взаимосвязи генетических маркеров с формированием продуктивных качеств сельскохозяйственных животных. Впервые изучен полиморфизм гена GH у овец карачаевской, эдильбаевской и калмыцкой пород. Дана характеристика аллелофонда по гену GH, определены желательные генотипы. Изучено воздействие генотипов гена GH на продуктивные качества овец. Изучена нуклеотидная последовательность D-петли мтДНК

калмыцкой курдючной породы, а также исходного и нового внутривидового типа эдильбаевской породы. Изучен фрагмент мтДНК области D-петли, определена первичная структура нуклеотидов у овец калмыцкой и эдильбаевской пород исходного и нового типов. Установлены переменные нуклеотидные позиции участка D-петли мтДНК, которые могут быть использованы в качестве маркеров для сравнительного анализа пород овец отечественной и зарубежной селекций. Выполнена характеристика поголовья овец различных генотипов по молекулярно-генетическим параметрам на основе полногеномного анализа. В сравнительном аспекте изучены показатели роста, развития и продуктивности овец эдильбаевской породы (исходного и нового типов), качественные и функционально-технологические характеристики полученной от них баранины [5, 6].

Разработаны модели на основе анализа взаимосвязи интерьерных и хозяйственно-полезных признаков сельскохозяйственных животных разных генотипов с применением экономико-математических методов. Проведена аттестация по десяти системам групп крови племенного поголовья свиней крупной белой породы, разработаны способы прогнозирования откормочной и мясной продуктивности [3].

Научно обоснована и экспериментально подтверждена эффективность использования в свиноводстве системы расчета племенной ценности на основе молекулярно-генетического тестирования по ДНК-маркерам откормочной и мясной продуктивности (MC4R, IGF2, ROU1F1). Моделирование генетической структуры путем расчета аллельных комбинаций позволяет прогнозировать племенную ценность будущего потомства, значительно сокращая селекционный процесс, формировать продуктивные качества животных, функционально-технологические свойства животноводческого сырья, повышая рентабельность производства [12].

Научно обоснована и экспериментально подтверждена высокая эффективность применения в рационах цыплят-бройлеров микроэлементных комплексов (ОМЭК) на основе L-аспарагиновой аминокислоты, содержащей в своем составе железо, цинк, медь и марганец в органической форме, положительное влияние на продуктивность, потребление, переваримость и использование питательных веществ рационов. Проведены исследования по использованию ОМЭК и в рационах кормления молодняка крупного рогатого скота. Учитывая положительные результаты исследований, рекомендуется использовать изученную добавку и в сельхозпредприятиях, специализирующихся на производстве говядины.

Разработаны новые кормовые добавки с использованием антиоксидантного комплекса дигидрохверцетина и арабиногалактана, изучена эффективность его использования в комбикормах для птицы. Проведено сравнительное изучение яичной продуктивности, сохранности, конверсии питательных веществ и энергии кормов. Изучено качество инкубационных яиц (морфологические показатели, содержание витаминов А, Е, В₂, химический состав яиц, содержание дигидрохверцетина и арабиногалактана в яйцах), проанализированы результаты инкубации (анализ отходов инкубации, определение вывода здоровых цыплят и выводимость инкубационных яиц). Определена напряженность иммунитета после вакцинаций. Рассчитана экономическая эффективность применения премиксов с дигидрохверцетином и арабиногалактаном в кормлении кур родительского стада.

Установлено, что использование в питании крысят-отъемышей белково-витаминно-минеральной добавки, содержащей комплекс антибактериальных препаратов (тилозин, алаксиндокс, цинкбацитрацин) для свиней, приводит к токсическому поражению слизистой оболочки тонкого кишечника, нефротелия в проксимальном отделе нефронов почек, а также к

развитию гиперплазии белой пульпы селезенки и микровезикулярной жировой трансформации большей части гепатоцитов в виде стеатоза печени. Изучено влияние говядины травяного и зернового откорма на липидный обмен и уровень накопления ПНЖК организмом при кормлении опытных мышей. Выполнен анализ влияния α -линоленовой и линолевой кислот на развитие атеросклероза у опытных мышей. Изучен способ снижения развития атеросклероза у опытных мышей за счет дополнительного введения в рацион ПНЖК в виде различных масел [9, 16].

Разработаны рекомендации по использованию новых ресурсосберегающих биотехнологических приемов повышения продуктивного действия кормов для сельскохозяйственных животных и птицы, научно обоснованы инновационные технологии получения и применения белоксодержащих продуктов из нута различных селекций при производстве пищевых изделий и кормовых средств с учетом генетических особенностей и функционально-технологических свойств белков. С учетом требований подбора трав на пастбищных угодьях Юга России рекомендован следующий травостой: райграс+ежа+клевер+многолетнее сорго. Скармливание данных видов трав в свежем и консервированном виде с добавлением деодоразы, в качестве источника сапонинов, наиболее перспективно для благоприятного изменения липидного метаболизма рубца [1, 15]. Рационы, включающие экструдаты нута, способствуют интенсификации процессов метаболизма в организме, что позволяет повысить продуктивные качества сельскохозяйственных животных и птицы, а также снизить затраты кормов, что способствует повышению экономической эффективности производства животноводческого сырья.

Разработана технология получения экструдированного корма высокого качества за счет использования при его приготовлении отходов масличного производства (нетрадиционных культур) и крупки зерна нута новых селекций. Предложенный способ откорма молодняка крупного рогатого скота мясного направления позволяет в значительной степени увеличить производство высококачественной говядины.

Разработано научно-методическое сопровождение, раскрывающее практические аспекты применения современного аналитического оборудования для идентификации количественного и качественного состава сырья и пищевых продуктов с обнаружением следовых количеств специфичных физиологически активных компонентов; исследования физико-химических и структурно-механических свойств пищевых систем; проектирования новых приемов технологических воздействий и обоснования возможности их применения в перспективных способах производства.

Разработан новый эффективный способ мониторинга содержания тяжелых металлов в регионах с различной антропогенной нагрузкой на основе использования цветочной пыльцы в качестве критерия уровня загрязнения окружающей среды.

Разработаны общие методы получения проколлагена и коллагена, химерных коллагенов. Проведен анализ пептидного профиля и содержания аминокислот в органах свиньи (тимус, селезенка и лимфатические узлы). Получены трансгенные, рекомбинантные коллагены и их цепи [2]. Проведены комплексные исследования веществ копильного дыма, проницаемости дымных компонентов распада термолизированной древесины, исследования модельных мясных систем с введением веществ, обладающих антирадикальной активностью, комплексообразователей и ингибиторов, исследования возможностей использования защитных оболочек и анализ технологических приемов снижения канцерогенных веществ в копченой мясной продукции. Проведены мониторинговые исследования накопления канцерогенных веществ, отбор основных онкоассоциированных веществ различной химической природы.

Разработаны методики определения биогенных аминов и гетероциклических аминов с помощью ВЭЖХ с масс-спектрометрическим детектированием, выполнен анализ степени извлечения и чувствительности при обнаружении следовых количеств. Получены результаты исследований накопления биогенных аминов и гетероциклических аминов в процессе производства мясных продуктов.

Проведена оценка технологического потенциала использования новых сырьевых ингредиентов в производстве кормовых средств и социально значимой пищевой продукции, научно обоснована функционально-технологическая совместимость компонентов в составе новых пищевых систем, разработаны технологии и изучены потребительские свойства новых мясомолочных продуктов для разных групп населения. Разработаны и научно обоснованы рецептуры, проведена экспериментальная выработка новых видов мясной и молочной продукции повышенной биологической ценности, изучены функционально-технологические свойства и аминокислотный состав выработанных продуктов. Разработаны и научно обоснованы инновационные подходы к биотрансформации белковых компонентов мясного сырья с использованием ферментов для обработки сырья с целью последующего выделения коллагеноподобных соединений и фракций коллагена. Предложены механико-экстракционные методы выделения коллагена, описаны процессы получения порошкообразного коллагена, методы получения коллагенов экстракцией органическими растворителями, предложены методы получения гидролизатов из смеси мышечной и костной тканей животного происхождения. Предложены режимы ускоренной подготовки коллагенсодержащего сырья, подходы к получению фракций коллагена с заданным молекулярно-массовым распределением.

Дано научное обоснование рецептурного состава новых мясных и молочных продуктов. Выполнена оценка функционально-технологической совместимости компонентов в составе новых пищевых систем с целью повышения технологической адекватности разработанных рецептур. Разработаны технологии производства новых мясных и молочных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности [4, 8, 11].

Выявлены закономерности остаточного содержания ПАУ от типа копчения, упаковочного материала, рецептуры мясного продукта. Установлено повышенное образование ПАУ из древесины ореха, что объясняется повышенным содержанием веществ хиноидной структуры, характерное для ореховых пород. Установлено, что содержание ПАУ в продукте прямо пропорционально длительности процесса нагревания древесины, температуре образования дыма и концентрации СО и СО₂, при этом обратно пропорционально концентрации кислорода. Обосновано, что контроль только за одним из 15 ПАУ (содержание бенз[а]пирена, токсичность которого условно принята за 1) является недостаточным, так как наличие остальных ПАУ с учетом фактора их относительной опасности является нежелательным. В мясных изделиях дымного копчения, без оболочки, суммарное содержание 15 ПАУ в среднем на 25% выше, чем в продуктах, изготовленных в натуральной (черевы, синюги) и искусственных (белковая и фиброузная) оболочках, вне зависимости от типа копчения. Наиболее проницаемой для ПАУ является натуральная оболочка, которую традиционно изготавливают из кишок сельскохозяйственных животных. Натуральные оболочки наиболее проницаемы для низкомолекулярных наименее канцерогенных ПАУ. Остаточное же содержание высокомолекулярных более канцерогенных дибенз(а)пиренов в белковой оболочке сравнимо с натуральной. Несмотря на то что остаточное количество ПАУ в белковой оболочке в среднем на 30% ниже, чем в натуральной, общая канцерогенность продукта в натуральной и белковой оболочках не столь различна. В продукте без оболочки содержание ПАУ в значительной степени за-

висит от толщины продукта, которая в свою очередь влияет на степень проникновения копильных веществ. Существенное влияние на уровень поглощения ПАУ из паро-газовой фазы при термолизе древесины оказывает содержание жира в обрабатываемой продукции, которое при прочих равных условиях увеличивает степень абсорбции ПАУ более чем в десять раз, особенно наиболее канцерогенных. В продуктах, изготовленных по технологии бездымного копчения, по результатам исследований, остаточное содержание ПАУ до 10 раз ниже по сравнению с продукцией традиционного копчения. Следует отметить значительное содержание бенз[а]пирена в полуфабрикатах, жареных при 393°C, количество которого выше в 8-10 раз по сравнению с полуфабрикатами жареными при 360°C. Кратное увеличение остаточного содержания других ПАУ так же наблюдается при увеличении температуры, однако индикаторная роль бенз[а]пирена для жареных продуктов очевидна. Таким образом, традиционное предпочтение потребления копченых продуктов фактически может приводить к дальнейшим неблагоприятным последствиям, вызванным кумулятивным накоплением опасных веществ в организме человека. Получены результаты сравнительных испытаний методик определения содержания токсичных веществ в животноводческом сырье и пищевых продуктах, дана оценка возможностям химико-аналитического оборудования, сформированы и научно обоснованы методические подходы к подготовке проб и инструментальному анализу токсичных веществ, разработаны аппаратно-программные параметры и оптимизированная методика определения токсичных веществ «Определение содержания полициклических ароматических углеводородов методом тандемной жидкостной хромато-масс-спектрометрии» [13].

По результатам выполнения исследований подготовлено и успешно защищено 9 диссертационных работ (на соискание ученой степени доктора наук – 3, на соискание ученой степени кандидата наук – 6), получено 5 патентов РФ на изобретения, опубликовано 23 работы в международных базах научного цитирования Web of Science и Scopus (в том числе Q4 – 4, Q3 – 9, Q2 – 2) с общим числом цитирований 88.

Результаты выполненных работ были представлены в СМИ, на международных и всероссийских конференциях, в том числе Агропромышленной выставке «Золотая осень», и удостоены положительных оценок, дипломов и медалей.

Заключение. Все результаты, полученные благодаря финансированию РНФ, обладают научной новизной (получены впервые), актуальны (признаны научным сообществом на сегодняшний день фундаментальными, передовыми и наукоемкими), имеют мировой уровень значимости (опубликованы в изданиях, индексируемых международными базами научного цитирования Web of Science Core Collection и Scopus), в том числе гармонично вписываются в рамки целевых государственных программ Российской Федерации, разработанных для удовлетворения потребностей российской экономики и общества. Высокий уровень приоритетности полученных результатов был обеспечен наличием и дополнительным созданием за счет средств гранта следующих условий: современная экспериментальная база и сотрудничество с ведущими исследовательскими организациями, совместная работа коллектива с приглашенными молодыми учеными, кандидатами наук, ведущими учеными России, а также перспективными студентами и аспирантами, что в дальнейшем создает возможность их становления как молодых исследователей, развития научных коллективов, формирует умения и навыки работать на современном высокотехнологичном оборудовании с использованием прогрессивных методов анализа; привлечение в науку новых исследователей, подходов, компетенций, что в перспективе обеспечивает развитие современной науки, формирует обратную связь с научным сообществом. В прикладном аспекте завершенный проект является высоко значимым для развития агропромышленного комплекса

страны, большинство результатов успешно внедрены на сельхозпредприятиях Юга России и республики Калмыкия, занимающих лидирующие позиции среди предприятий-конкурентов, что способствует повышению региональных экономических показателей, интенсивности производства животноводческой продукции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Библиографический список / Reference

1. Gorlov, I.F. Assessment of the influence of herb fattening on the productivity and quality of beef cattle meat / I.F. Gorlov, R.S. Omarov, M.I. Slozhenkina, E.Yu. Zlobina, N.I. Mosolova, S.N. Shlykov // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. – 2018. – № 9 (4). – P. 1088-1094.
2. Gorlov, I.F. Collagen from porcine skin: a method of extraction and structural properties / I.F. Gorlov, E.I. Titov, G.V. Semenov, M.I. Slozhenkina, A.Yu. Sokolov, R.S. Omarov, A.I. Goncharov, E.Yu. Zlobina, E.V. Litvinova, E.V. Karpenko // International journal of food properties. – 2018. – № 21. – P. 1031-1042.
3. Gorlov, I.F., Chemical composition, biological values and processing properties of meat from pigs fed with a new biologically active supplement in their rations / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, Z.B. Komarova, E.S. Heruvimskikh, O.E. Krotova, V.G. Friesen, S.M. Ivanov, A.V. Rudkovskaya, Yu.D. Danilov // Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. – 2018. – № 9 (6). – P. 1497-1503.
4. Gorlov, I.F. Chemical processing characteristics of protein sludge / M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, L.F. Grigoryan, D.V. Murzagaliyeva, O.A. Knyazhechenko, N.A. Prom, D.A. Mosolova // Dusunen Adam. – 2019. – № 10 (1). – P. 2086-2091.
5. Gorlov, I.F. GDF9 gene polymorphism and its association with litter size in two russian sheep breeds / I.F. Gorlov, Y.A. Kolosov, N.V. Shirokova, L.V. Getmantseva, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, N.F. Bakoev, M.A. Leonova, A.Yu. Kolosov, E.Yu. Zlobina // Rendiconti lincei. – 2018. – № 29 (1). – P. 61-66.
6. Gorlov, I.F. Polymorphism of CLPG gene in three sheep breeds grown in the steppe zone of the Russian Federation / I.F. Gorlov, N.V. Shirokova, Yu.A. Kolosov, A.Yu. Kolosov, L.V. Getmantseva, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, E.Yu. Anisimova, V.V. Ponomariov // Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. – 2020. – № 7 (1). – P. 51-55.
7. Gorlov, I. Productivity and Qualitative Meat Indicators of Angus Steers of Various GH Genotypes / I. Gorlov, A. Randelin, M. Slozhenkina, N. Mosolova, V. Randelina, O. Sutorma, Y. Fedorov, Y. Danilov // Advances in Animal and Veterinary Sciences. – 2019. – № 7 (5). – P. 427-433.
8. Gorlov, I.F. Physical factors relevant for efficient Hawthorn fruit extraction / I.F. Gorlov, O.V. Drucker, V.V. Kryuchkova, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, O.A. Knyazhechenko // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2019. – № 13 (1). – P. 651-657.
9. Gorlov, I.F. Study of the influence of beef with an improved fatty acid composition on the development of atherosclerosis in animal experiments / I.F. Gorlov, R.S. Omarov, M.I. Slozhenkina, E.Yu. Zlobina, N.I. Mosolova, S.N. Shlykov // Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. – 2018. – № 9 (4). – P. 1159-1162.
10. Gorlov, I.F. The effectiveness and advantages of spropel in feeding steers / I.F. Gorlov, V.F. Radchikov, V.P. Tsai, M.I. Slozhenkina, E.Yu. Zlobina, E.V. Karpenko // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – № 9. – P. 583-592.
11. Gorlov, I.F. The effect of melon and watermelon concentrates on consumer properties of polycomponent dairy dessert / I.F. Gorlov, I.V. Mgebrishvili, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, I.A. Tarasova // Potravinarstvo: Slovak Journal of Food Sciences. – 2019. – № 13 (1). – P. 438-442.

12. Gorlov, I.F. The evaluation of combining ability of lines in hybridization of pigs / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, O.L. Tretyakova, O.P. Shahbazova, D.A. Mosolova // *Dusunen Adam*. – 2019. – № 10 (1). – P. 1164-1171.
13. Kulikovskii, A.V. Determination of Nitrofurantoin Metabolites in Muscular Tissue by High-Performance Liquid Chromatography with Mass Spectrometric Detection / A.V. Kulikovskii, I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, N.L. Vostrikova, A.N. Ivankin, O.A. Kuznetsova // *Journal of analytical chemistry*. – 2019. – № 74 (9). – P. 906-912.
14. Omarov, R. Applying methods of mathematical modeling in cattle breeding / R. Omarov, I. Gorlov, M. Slozhenkina, N. Mosolova, S. Shlykov // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. – 2019. – № 8 (12). – P. 185-187.
15. Omarov, R. Development of A Technology for the Directed Modification of Fatty Acid Composition of Beef in Grass-Fed Feeding / R. Omarov, I. Gorlov, M. Slozhenkina, N. Mosolova, S. Shlykov // *International Journal of Recent Technology and Engineering*. – 2019. – № 8 (4). – P. 5969-5972.
16. Omarov, R.S. Effect of Use in the Diet of α -Linoleic and Linoleic Acids on the Development of Atherosclerosis in Experimental Mice / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, E.Yu. Zlobina, N.I. Mosolova, S.N. Shlykov // *Indo american journal of pharmaceutical sciences*. – 2019. – № 6 (3). – P. 5651-5653.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 637.1

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-29-39

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

Фукоза

***TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH
THE AGRI-FOOD INNOVATION DAIRY CASE
FOR EXAMPLE, A UNIVERSAL AGRICULTURAL RAW MATERIALS
Fucose***

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

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

Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

North-Caucasus Federal University, Stavropol

Продолжение статьи, напечатанной в № 3 (7) за 2019 г.

Работа выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, договор МОН 03.G25.31.0241.

В статье приведена краткая характеристика фукозы – с физиологической точки зрения, минорного углевода, встречающегося как в свободном состоянии, так и в связанном. Обще-признано, что фукоза является одним из минорных углеводных компонентов пищи, необхо-

димых для полноценного развития и жизнедеятельности микрофлоры желудочно-кишечного тракта млекопитающих, в т.ч. «хomo sapiens». Данный углевод является прекрасной питательной средой для развития бифидофлоры толстого кишечника и может быть отнесен, по современным понятиям, к классу **пребиотиков**. Основными источниками получения минорного углевода фукозы являются растительные полисахариды – наиболее доступные среди них водоросли родов *Fucus* и *Laminaria*. В настоящее время использование биомассы этих растений в качестве сырья затруднено. Поэтому совершенно логичным представляется поиск альтернативного сырья. К одному из них следует отнести молочное лактозосодержащее сырье – молочную сыворотку, основной компонент сухих веществ которой – лактоза, уникальный углевод животного происхождения, являющийся источником широкого спектра функциональных производных.

Системные исследования по получению фукозы из доступного сырья молочной промышленности были проведены в Ставропольском государственном университете. Далее во ВГУИТ, в рамках научной этики и преемственности, под руководством профессора Мельниковой Е.И. были поставлены специальные исследования аспиранта Мурадовой О.А. Первые три этапа предварительной подготовки подсырной сыворотки позволяют увеличить доброкачественность исходного сырья. Это представляется принципиально важным для следующих операций с кластерами молочной сыворотки на наноуровне. Нанобиотехнологические операции включают молекулярно-ситовую фильтрацию подсырной сыворотки и направленный синтез по схеме: галактоза – фукулоза – фукоза. Полученный фукозосодержащий концентрат является продуктом нового поколения молочной отрасли пищевой индустрии АПК в рамках Технологического прорыва по методологии цифровых технологий (нейронные сети). Концентрат использован в качестве активного бифидус-фактора для функциональных кисломолочных продуктов и мороженого.

The article gives a brief description of fucose, from a physiological point of view, of a minor carbohydrate, which occurs both in a free state and in a bound state.

It is generally recognized that fucose is one of the minor carbohydrate components of food necessary for the full development and functioning of the microflora of the gastrointestinal tract of mammals, including «Homo sapiens». This carbohydrate is an excellent nutrient medium for the development of bifidoflora of the large intestine and can be attributed to modern concepts to the class of prebiotics.

The main sources of the minor carbohydrate fructose are plant polysaccharides – the most available among them algae genera Fucus and Laminaria. Currently, the use of biomass of these plants as raw materials is difficult. Therefore, it seems logical to search for alternative raw materials. One of them should include milk lactose-containing raw materials-whey, the main component of which dry substances-lactose, a unique carbohydrate of animal origin, which is a source of a wide range of functional derivatives. Systemic studies on the production of fucose from available raw materials of the dairy industry were conducted at Stavropol state University. Further in VSUIT within scientific ethics and continuity under the leadership of professor E.I. Melnikova special researches of the post-graduate student Muradova O.A. were put.

The first three stages of preliminary preparation of whey allow to increase the quality of raw materials. This appears to be fundamentally important for the following operations with whey clusters at the nanoscale.

Nanobiotechnological operations include molecular sieve filtration of subsurface serum and directed synthesis according to the scheme: galactose-fuculose-fucose. The resulting fucose-

containing concentrate is a product of a new generation of the dairy industry of the food industry of agriculture in the framework of a Technological breakthrough in the methodology of digital technologies (neural networks). The concentrate is used as an active bifidus factor for functional dairy products and ice cream.

Ключевые слова: нанобиотехнология, подсырная сыворотка, гидролиз лактозы и синтез фукулозы, фукоза, фукозосодержащий концентрат.

Key words: nanobiotechnology, cheese whey, hydrolysis of lactose and synthesis of fuculose, fucose, fucose-containing concentrate.

Введение. Заявленная в ранее опубликованных статьях логистика «дорожной карты» реализации положений Наилучших Доступных Технологий в парадигме инновационных приоритетов Технологического Прорыва в молочной отрасли пищевой индустрии АПК может быть представлена на примере оригинальной производной лактозы – ФУКОЗЫ.

Фукоза ($C_6H_{12}O_5$) – моносахарид из группы дезоксигексоз (*D*-фукоза), метилпентоза. Общее представление о молекуле фукозы в логистике развития химических представлений показано на рисунке 1.

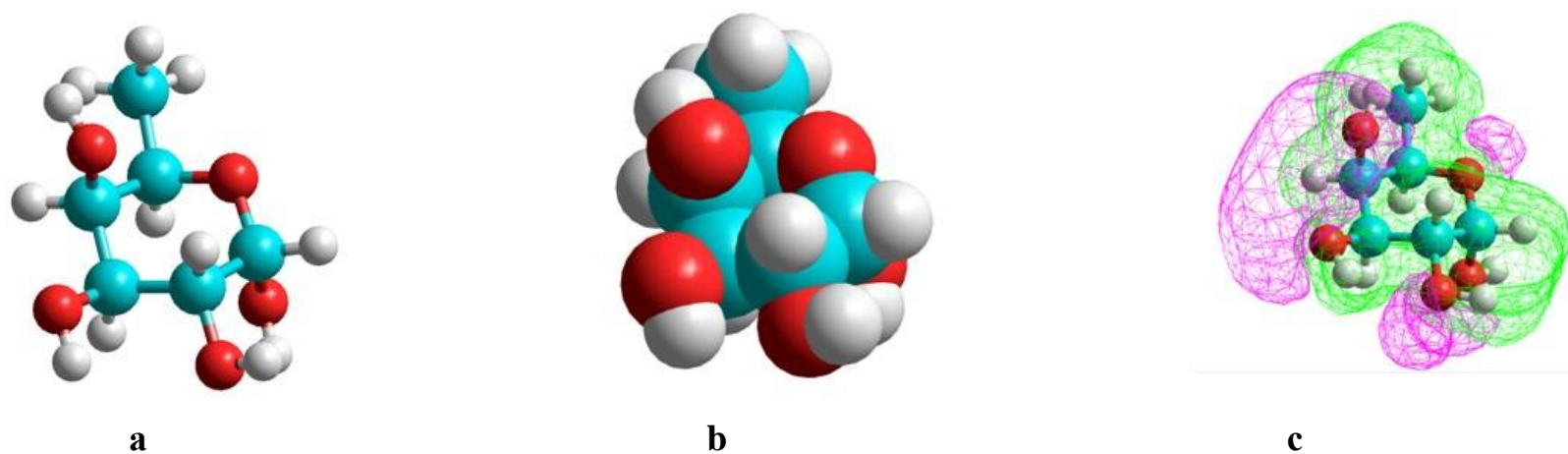


Рисунок 1 – Молекулярные структуры фукозы: **a** – структурная формула молекулы; **b** – пространственная формула молекулы; **c** – пространственная картина распределения молекулярной электронной плотности

Figure 1 – Molecular structures of fucose: a – structural formula of molecule; b – spatial formula of molecule; c – spatial pattern of molecular electron density distribution

С физиологической точки зрения, фукоза – минорный углевод, встречающийся как в свободном состоянии, так и в связанном. В настоящее время общепризнано [7, 16], что фукоза является одним из минорных углеводных компонентов пищи, необходимых для полноценного развития и жизнедеятельности микрофлоры желудочно-кишечного тракта млекопитающих, в т.ч. «хомо сапиенс». В систематизированном виде физиологическая значимость фукозы может быть охарактеризована следующим образом [4, 5, 11, 16]:

- стимулирует жизнедеятельность бифидобактерий, способствуя увеличению их численности;
- формирует в составе углеводного концентрата питательную среду, обеспечивая доминирующей микрофлоре бифидобактерий гомеостаз и иммунную модуляцию за счет стимуляции дендритных иммуноцитов;

- способствует увеличению метаболической активности и стабильности нескольких групп бактерий, обитающих в толстой кишке; кроме того, подавляет патогенные микроорганизмы;
- выполняет функции информационных молекул на клеточной поверхности, а также принимает участие во внутриклеточном и трансмембранном транспорте;
- формирует иммунную систему, межклеточное взаимодействие, интеграцию и явление адгезии сперматозоида и яйцеклетки, подавляет аллергические реакции;
- стимулирует процесс дифференциации костной и хрящевой ткани эмбриона, поддерживая ее упругость и эластичность;
- снижает риск возникновения кариеса.

Установлено [2, 5, 15], что при отсутствии данного минорного углевода в крови происходит потеря эластичности волокон коллагена, а при больших нагрузках – их разрыв. Фукоза имеет специфические 1-2-, 1-3-, 1-4-β-связи, которые не гидролизуются кислотами и ферментами желудочно-кишечного тракта человека, а расщепляются только ферментами бифидобактерий. Именно поэтому данный углевод является прекрасной питательной средой для развития бифидофлоры толстого кишечника и может быть отнесен, по современным понятиям, к классу **пребиотиков** [4, 12].

Основными источниками получения минорного углевода фукозы являются растительные полисахариды – бурые водоросли и фукус пузырчатый. Наиболее доступные среди них водоросли родов *Fucus* и *Laminaria* [1, 3, 14]. В настоящее время использование биомассы этих растений в качестве сырья затруднено вследствие отсутствия простых и недорогих методов их расщепления. Поэтому совершенно логичным представляется поиск альтернативного сырья для синтеза минорных углеводов. К одному из них следует отнести молочное лактозосодержащее сырье – молочную сыворотку, основной компонент сухих веществ которой – лактоза, уникальный углевод животного происхождения, являющийся источником широкого спектра функциональных производных [13]. Системные исследования по получению фукозы из доступного сырья молочной промышленности были проведены в Ставропольском государственном университете (СГУ, в н/в ИЖС СКФУ) Денисовой Е.В. [2] при непосредственном участии известных в отрасли биотехнологов-химиков – профессоров Кунижева С.М. и лауреата Премии Правительства РФ за лактулозу Серова А.В. Далее во ВГУИТ, в рамках научной этики и преемственности, под руководством профессора Мельниковой Е.И. были поставлены специальные исследования аспиранта, а впоследствии кандидата технических наук, Мурадовой О.А. [8]. Результаты исследований в рамках Технологического Прорыва излагаются ниже.

По химическим представлениям, фукоза хорошо растворяется в воде, но практически нерастворима в эфире и других органических растворителях. Физико-химические свойства, характерные для фукозы, представлены в таблице 1 [7, 16].

Таблица 1 – Физико-химические свойства фукозы

Table 1 – Physico-chemical properties of fucose

Эмпирическая формула <i>Empirical formula</i>	$C_6H_{12}O_5$
Молекулярный вес <i>Molecular weight</i>	164,2
Удельный угол вращения 1%-ного водного раствора $[\alpha]_{20}^D$ <i>Specific rotation angle of a 1% aqueous solution $[\alpha]_{20}^D$</i>	75
Температура плавления, °C <i>Melting temperature, °C</i>	143

Материалы и методы. В качестве исходного сырья для синтеза фукозы использована подсырная сыворотка, как многокомпонентная, полифункциональная, гетерогенная система, основной компонент которой (на уровне 70%) превращается в фукозу. Это сразу делает предлагаемый вариант экономически выгодным (исключается стадия получения молочного сахара).

Предварительная подготовка подсырной сыворотки для синтеза фукулозы включает следующие этапы:

- сепарирование (разделение и осветление) подсырной сыворотки с целью удаления казеиновых частиц и молочного жира;
- ультрафильтрацию – молекулярно-ситовое разделение сепарированной подсырной сыворотки на ультрафильтрат (пермеат) и концентрат сывороточных белков для повышения хранимостоспособности;
- обратноосмотическое концентрирование пермеата для повышения доброкачественности сыворотки.

Все операции в отрасли известны, отработаны и масштабированы.

Сравнительный состав и свойства исходной подсырной сыворотки, ее ультрафильтрата и обратноосмотического концентрата приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и свойства подсырной сыворотки, ее ультрафильтрата и обратноосмотического концентрата

Table 2 – Chemical composition and properties of whey, its ultrafiltration and reverse osmosis concentrate

Показатель <i>Indicator</i>	Значение показателя для продукта <i>Record value for the product</i>		
	подсырная сыворотка <i>podsyrnouy serum</i>	ультрафильтрат подсырной сыворотки <i>ultrafiltrate cheese whey</i>	обратноосмотический концентрат <i>reverse osmosis concentrate</i>
Массовая доля воды, % <i>Mass fraction of water, %</i>	93,85	94,77	81,50
Массовая доля сухих веществ, % <i>Mass fraction of solids, %</i>	6,15	5,23	18,50
Общее содержание белка, % <i>Total protein content, %</i>	0,83	0,19	0,48
в т.ч. небелковых азотистых соединений, % <i>including non-protein nitrogen compounds, %</i>	0,21	0,17	0,40
Массовая доля лактозы, % <i>Mass fraction of lactose, %</i>	4,51	4,26	16,01
Массовая доля жира, % <i>Mass fraction of fat, %</i>	0,13	0,01	0,02
Массовая доля золы, % <i>Mass fraction of ash, %</i>	0,55	0,55	1,00
Молочная кислота, % <i>Lactic acid, %</i>	0,14	0,11	0,28
Кислотность, °Т <i>Acidity, °T</i>	17,00	14,00	46,00
Плотность, кг/м ³ <i>Density, kg/m³</i>	1026,00	1023,00	1075,00
Энергетическая ценность, кДж/100 г <i>Energy value, kJ/100 g</i>	91,92	88,47	263,50
Срок годности, сут. <i>Expiration date, days</i>	3	5	7

Результаты и обсуждение. Логистическая парадигма синтеза фукозы из лактозы молочного сырья включает ее извлечение или нахождение в растворе (химическое вещество), модификацию на монозы с получением исходного компонента, в соответствии с теорией и практикой химических превращений на молекулярном уровне, – галактозы, которая трансформируется в фукулозу, а затем в фукозу. Гипотетическая схема молекулярного докинга (превращения) процесса на кластерном наноуровне приведена на рисунке 2.

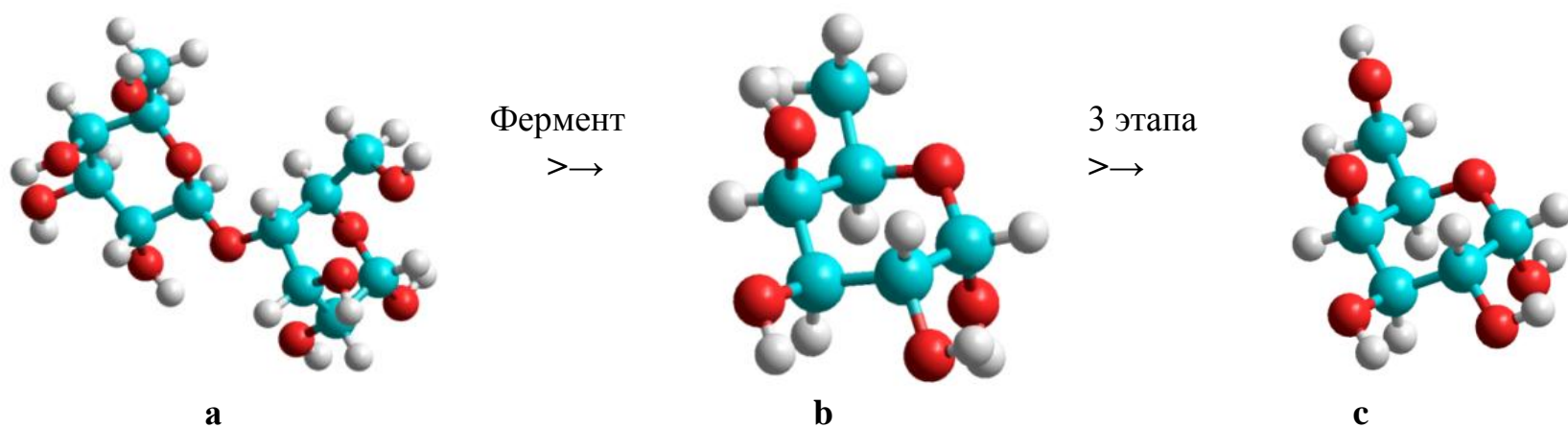


Рисунок 2 – Логистика моделирования синтеза фукозы: **a** – лактоза; **b** – галактоза; **c** – фукоза

Figure 2 – Logistics of modeling fucose synthesis: a – lactose; b – galactose; c – fucose

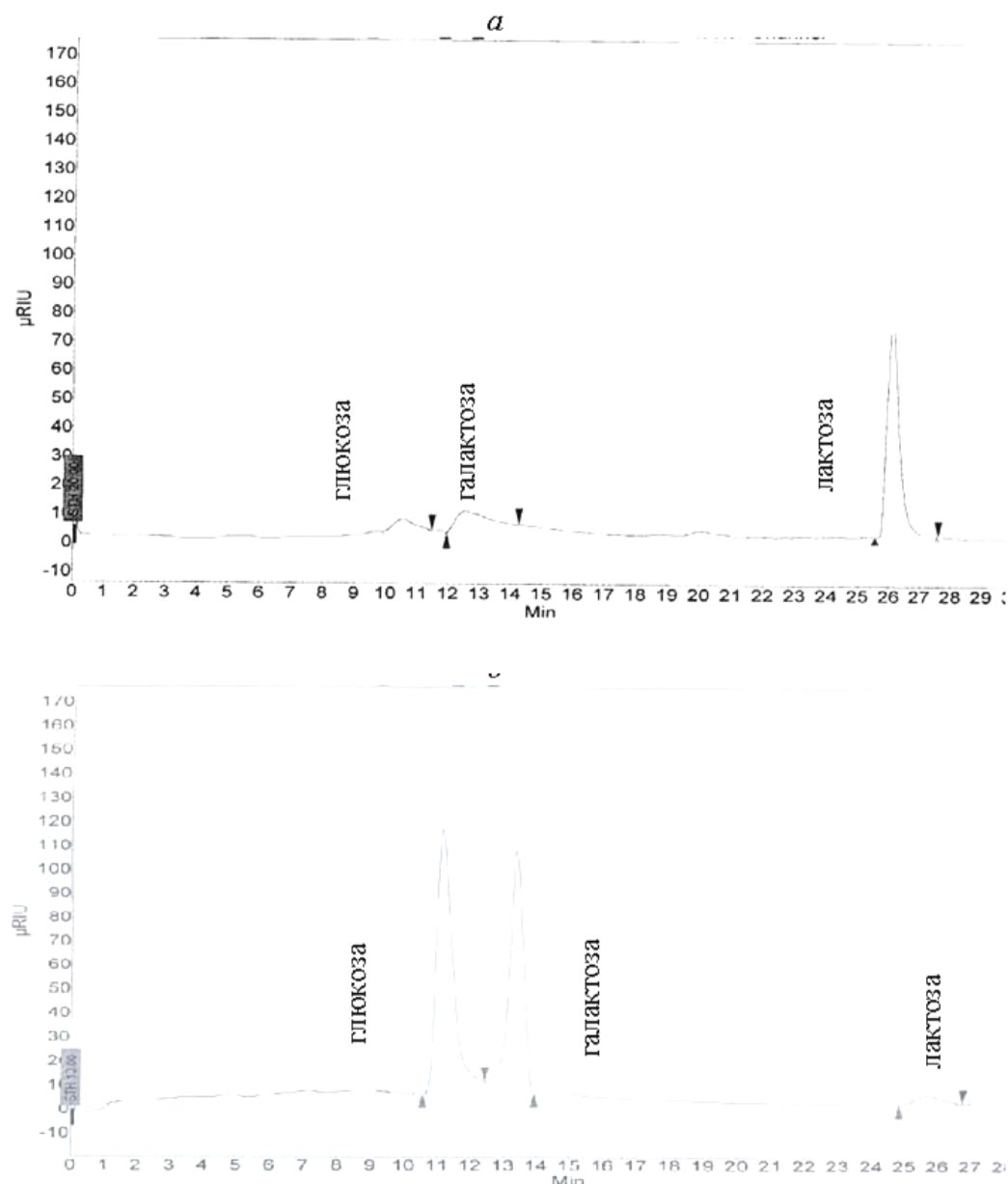
Первые три этапа предварительной подготовки подсырной сыворотки позволяют увеличить доброкачественность исходного сырья с 73,3 до 86,54%, удалив все соединения суспензии (казеиновая пыль), эмульсии (молочный жир) и коллоидной степени дисперсности (сывороточные белки), а также частично минеральный комплекс. Это представляется принципиально важным для следующих операций с кластерами молочной сыворотки на наноуровне.

С учетом теоретических предпосылок на первом этапе рассмотрен синтез фукулозы [7, 10]. Биотехнологическая и биохимическая трансформация в обратноосмотическом концентрате ультрафильтрата подсырной сыворотки начинается с галактозы. Перед проведением стадии химической трансформации галактозы в обратноосмотическом концентрате необходимо осуществить гидролиз лактозы до моноз – глюкозы и галактозы. На рисунке 3 показана эффективность гидролиза лактозы в пермеате в зависимости от исходного ультрафильтрата.

В результате ферментативного гидролиза лактозы в обратноосмотическом концентрате ультрафильтрата подсырной сыворотки образуется эквимольная смесь моноз, состоящая из *D*-галактозы и *D*-глюкозы в количестве 45% каждая. При оптимальных условиях степень гидролиза лактозы составляет 92%.

Биохимическая трансформация галактозы в фукулозу, с последующим превращением фукулозы в фукозу, осуществлена по оригинальной схеме в три стадии:

- взаимодействие *D*-галактозы с тозилгидразидом;
- восстановление комплекса тозилгидразон-*D*-галактоза натрий боргидридом в этиловом спирте до первичного спирта фуцитолола;
- фуцитол подвергают обработке флавинадениндинуклеотидом (ФАД).



Ось X – Время удерживания, мин. Ось Y – Количество, г/дм³
X axis – Retention time, min. Y axis – Quantity, g/dm³

Рисунок 3 – Хроматограммы обратноосмотического концентрата ультрафильтрата:
a – подсырной сыворотки, *б* – его гидролизата

*Figure 3 – Chromatogram of the reverse osmosis concentrate of the ultrafiltrate:
a – podsyrnoy serum, b – its hydrolysate*

Фуцитол взаимодействует с флавинадениндинуклеотидом, в результате чего образуется *L*-фукулоза. Выход фукулозы составил 98%. *L*-фукулоза (6-дезоксид-*L*-тагатоза), образующаяся в результате дегидрирования фуцитолы, представляет собой углевод из группы дезокси-гексоз. Далее осуществляется тончайшая нанобиотехнологическая операция по превращению фукулозы в фукозу. Для этого используется фермент *Escherichia coli-L*-фукозоизомераза. Под действием данного фермента *L*-фукулоза превращается (процесс изомеризации) в *L*-фукозу.

В результате логистики превращений из исходной *D*-галактозы образуется *L*-фукоза. Общий выход фукулозы из галактозы составляет 73%, из фукулозы – 87,2%.

Алгоритм технологической схемы (платформы) производства фукозосодержащего концентрата включает следующие операции:

- сепарирование, пастеризацию при температуре (72±2)°С, выдерживают при данной температуре 15-20°С для подавления активности заквасочных культур, и охлаждение до температуры (10 ± 2)°С;
- ультрафильтрацию;
- концентрирование фильтрата до массовой доли сухих веществ 18-20% на обратноосмотической установке;
- ферментативный гидролиз в присутствии *Lactozym 3000 L HP-G*;

- ферментативное превращение галактозы в фукозу (три стадии);

Фукозосодержащий концентрат в течение 20 мин. пастеризуют при температуре $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$, затем отправляют на хранение при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ и расфасовывают.

В таблице 3 представлен химический состав, физико-химические и функционально-технологические свойства получаемого фукозосодержащего концентрата из подсырной сыворотки.

Полученный фукозосодержащий концентрат из подсырной сыворотки, кроме фукозы (основа по результатам ГЖХ), глюкозы, галактозы и остаточной лактозы, содержит такие дефицитные базовые нутриенты, как кальций, фосфор, магний, железо, витамины В₆, В₂, С в количествах, адекватных физиологическим нормам потребления. Кроме того, методом капиллярного электрофореза установлено, что фукозосодержащий концентрат характеризуется широким спектром аминокислот, в том числе незаменимых.

Изучена и показана высокая бифидогенная активность фукозосодержащего концентрата из подсырной сыворотки (ГОСТ Р 51331-99) [6, 9].

На основе данных специально поставленного токсикологического исследования (на подопытных животных) установлено, что фукозосодержащий концентрат из подсырной сыворотки является безвредным для организма человека. Срок годности фукозосодержащего концентрата – в течение не более 7 сут. при температуре $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Таблица 3 – Химический состав и свойства фукозосодержащего концентрата

Table 3 – Chemical composition and properties of fucose-containing concentrate

Наименование показателя <i>Name of indicator</i>	Характеристика <i>Characteristic</i>
Органолептические показатели <i>Organoleptic indicators</i>	
Вкус и запах <i>Taste and smell</i>	Чистый, сладкий <i>Clean, sweet</i>
Консистенция <i>Consistence</i>	Однородная текучая жидкость <i>Homogeneous fluid</i>
Цвет <i>Colour</i>	Светло-желтый с зеленоватым оттенком, однородный <i>Light yellow with a greenish tint, uniform</i>
Физико-химические показатели <i>Physical and chemical parameters</i>	
Наименование показателя <i>Name of indicator</i>	Значение показателя <i>Indicator value</i>
Массовая доля сухих веществ, % <i>Mass fraction of solids, %</i>	18,5
Общее содержание углеводов, % <i>Total carbohydrate content, %</i>	15,78
Массовая доля общего белка, % <i>Mass fraction of total protein, %</i>	0,55
Кислотность: <i>Acidity:</i>	
титруемая, °Т <i>titratable, °T</i>	45-50
активная, ед. рН <i>active, units pH</i>	6,3-6,5
Плотность, г/дм ³ <i>Density, g/dm³</i>	1075
Вязкость, мПа·с <i>Viscosity, mPa·s</i>	1,64

Проведенный расчет экономической целесообразности получения фукозосодержащего концентрата и разработанный на этой базе бизнес-план внедрения новации подтверждают ее жизнеспособность в реалиях рыночной экономики с реализацией концепции полного импортозамещения и возможностью экспорта.

Оригинальность, новизна и значимость нового технологического решения подтверждены патентом Российской Федерации на изобретение № 2464796.

Комплексный анализ химического состава и свойств фукозосодержащего концентрата позволяет рекомендовать его к применению в производстве синбиотических продуктов функционального назначения: **питьевого синбиотического йогурта и кисломолочного синбиотического мороженого** (патент РФ на изобретение № 2478294).

Заключение. Фукоза, наряду с глюкозо-галактозным сиропом и лактулозой, пополняет «портфель» инноваций Технологического Прорыва по пребиотикам из лактозосодержащего сырья на примере подсырной сыворотки.

Библиографический список

1. Аминина, Н.М. Состав и возможности использования бурых водорослей дальневосточных морей / Н.М. Аминина, Т.И. Вишневская, О.Н. Гурулева, Л.Т. Ковековдова // Вестник ДВО РАН. – 2007. – № 6. – С. 123-130.
2. Денисова, Е.В. Оптимизация биотехнологии получения минорных моносахаридов и разработка лечебно-профилактических препаратов на их основе: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.23 / Денисова Евгения Владимировна. – Ставрополь, 2002. – 204 с.
3. Корнеева, О.С. Выделение фукоидана из водоросли *Fucus vesiculosus* и исследование его фракционного состава / О.С. Корнеева, Д.А. Черенков, Т.В. Санина [и др.] // Новое в технике и технологии пищевых производств: мат. междунар. науч.-практ. конф. 30 июня – 2 июля 2010. – Воронеж: ВГТА, 2010. – С. 101-103.
4. Корнеева, О.С. Исследование бифидогенной активности минорных сахаров / О.С. Корнеева, И.В. Черемушкина, Т.В. Санина, Е.П. Анохина // Санкт-Петербург-Гастро-2011: материалы 13-го славяно-балтийского научного форума. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 121.
5. Мельникова, Е.И. Исследование биотехнологического потенциала творожной сыворотки: модификация химического состава, прогнозирование качества и новые технологические решения: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.07; 05.18.04 / Мельникова Елена Ивановна. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2007. – 670 с.
6. Мельникова, Е.И. Бифидогенная активность фукозосодержащей добавки из подсырной сыворотки / Е.И. Мельникова, О.А. Мурадова, А.Н. Пономарев [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2011. – № 5. – С. 44-45.
7. Мельникова, Е.И. Фукозосодержащая добавка из подсырной сыворотки / Е.И. Мельникова, А.Н. Пономарев, О.А. Мурадова [и др.] // Пищевая промышленность. – 2012. – № 7. – С. 26-27.
8. Мурадова, О.А. Получение фукозосодержащего концентрата и применение его в технологии синбиотических продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Мурадова Ольга Афанасьевна. – Воронеж: ВГУИТ, 2013. – 167 с.
9. Поляк, М.С. Питательные среды для медицинской микробиологии / М.С. Поляк, В.И. Сухаревич, М.Э. Сухаревич. – Санкт-Петербург: ЭЛБИ, 2008. – 352 с.
10. Пономарев, А.Н. Пищевая композиция из подсырной сыворотки / А.Н. Пономарев, Е.С. Рудниченко, Е.И. Мельникова [и др.] // Молочная промышленность. – 2012. – № 7. – С. 62-63.

11. Санина, Т.В. Биологическая роль фукозы и перспективы ее применения / Т.В. Санина, О.С. Корнеева // *Материалы всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.* – Воронеж: ВГТА, 2009. – С. 77-79.
12. Санина, Т.В. Исследование бифидогенной активности фукозы и ее полимеров / Т.В. Санина, С.В. Кирьянова, И.В. Черемушкина, О.С. Корнеева // *Вестник ВГУ. Серия «Химия. Биология. Фармация».* – 2011. – № 1. – С. 141-143.
13. Синельников, Б.М. Лактоза и ее производные / Б.М. Синельников, А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов [и др.]. – Санкт-Петербург: Профессия, 2007. – 768 с.
14. Черемушкина, И.В. Разработка способов получения минорных сахаров / И.В. Черемушкина, Т.В. Санина, Е.П. Анохина [и др.] // *Инновационные химические технологии и биотехнологии новых материалов и продуктов: материалы ежегод. конференции / РХО им. Менделеева.* – Москва, 2010. – С. 121-122.
15. Черенков, Д.А. Фукоза: биологическая роль, пути получения и перспективы применения / Д.А. Черенков, Ю.А. Рыбаков, Т.В. Санина, Н.А. Шкарин, О.С. Корнеева, Д.А. Складнев // *Биотехнология.* – 2010. – № 6. – С. 63-71.
16. Timmermans, E. Lactose derivatives: functions and applications / E. Timmermans // *Proceedings of the 2-nd International Whey Conference.* – Chicago, 1997. – P. 134-155.

Reference

1. Aminina, N.M. Sostav i vozmozhnosti ispol'zovaniya buryh vodoroslej dal'nevostochnyh morej / N.M. Aminina, T.I. Vishnevskaya, O.N. Guruleva, L.T. Kovekovdova // *Vestnik DVO RAN.* – 2007. – № 6. – S. 123-130.
2. Denisova, E.V. Optimizaciya biotekhnologii polucheniya minornyh monosaharidov i razrabotka lechebno-profilakticheskikh preparatov na ih osnove: dis. ... kand. biol. nauk: 03.03.23 / Denisova Evgeniya Vladimirovna. – Stavropol', 2002. – 204 s.
3. Korneeva, O.S. Vydelenie fukoidana iz vodorosli Fucus vesiculosus i issledovanie ego frakcionnogo sostava / O.S. Korneeva, D.A. Cherenkov, T.V. Sanina [i dr.] // *Novoe v tekhnike i tekhnologii pishchevyh proizvodstv: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. 30 iyunya – 2 iyulya 2010.* – Voronezh: VGTA, 2010. – S. 101-103.
4. Korneeva, O.S. Issledovanie bifidogennoj aktivnosti minornyh saharov / O.S. Korneeva, I.V. Cheremushkina, T.V. Sanina, E.P. Anohina // *Sankt-Peterburg-Gastro-2011: materialy 13-go slavyano-baltiyskogo nauchnogo foruma.* – Sankt-Peterburg, 2011. – S. 121.
5. Mel'nikova, E.I. Issledovanie biotekhnologicheskogo potentsiala tvorozhnoj syvorotki: modifikaciya himicheskogo sostava, prognozirovaniye kachestva i novye tekhnologicheskie resheniya: dis. ... doktora tekhn. nauk: 05.18.07; 05.18.04 / Mel'nikova Elena Ivanovna. – Voronezh: Voronezh. gos. tekhnol. akad., 2007. – 670 s.
6. Mel'nikova, E.I. Bifidogenная активность фукозосодержащей добавки из подсырной сыvorotki / E.I. Mel'nikova, O.A. Muradova, A.N. Ponomarev [i dr.] // *Syrodelie i maslodelie.* – 2011. – № 5. – S. 44-45.
7. Mel'nikova, E.I. Fukozosoderzhashchaya dobavka iz podsyрной syvorotki / E.I. Mel'nikova, A.N. Ponomarev, O.A. Muradova [i dr.] // *Pishchevaya promyshlennost'.* – 2012. – № 7. – S. 26-27.
8. Muradova, O.A. Poluchenie fukozosoderzhashchego koncentrata i primeneniye ego v tekhnologii sinbioticheskikh produktov: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.04 / Muradova Ol'ga Afanas'evna. – Voronezh: VGUIT, 2013. – 167 s.
9. Polyak, M.S. Pitatel'nye sredy dlya medicinskoj mikrobiologii / M.S. Polyak, V.I. Suharevich, M.E. Suharevich. – Sankt-Peterburg: ELBI, 2008. – 352 s.

10. Ponomarev, A.N. Pishchevaya kompozitsiya iz podsyrnoj syvorotki / A.N. Ponomarev, E.S. Rudnichenko, E.I. Mel'nikova [i dr.] // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2012. – № 7. – S. 62-63.
11. Sanina, T.V. Biologicheskaya rol' fukozy i perspektivy ee primeneniya / T.V. Sanina, O.S. Korneeva // *Materialy vserossijskoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh.* – Voronezh: VGTA, 2009. – S. 77-79.
12. Sanina, T.V. Issledovanie bifidogennoj aktivnosti fukozy i ee polimerov / T.V. Sanina, S.V. Kir'yanova, I.V. Cheremushkina, O.S. Korneeva // *Vestnik VGU. Seriya «Himiya. Biologiya. Farmatsiya».* – 2011. – № 1. – S. 141-143.
13. Sinel'nikov, B.M. Laktoza i ee proizvodnye / B.M. Sinel'nikov, A.G. Hramcov, I.A. Evdokimov [i dr.]. – Sankt-Peterburg: Professiya, 2007. – 768 s.
14. Cheremushkina, I.V. Razrabotka sposobov polucheniya minornyh saharov / I.V. Cheremushkina, T.V. Sanina, E.P. Anohina [i dr.] // *Innovacionnye himicheskie tekhnologii i biotekhnologii novyh materialov i produktov: materialy ezhegod. konferencii / RHO im. Mendeleeva.* – Moskva, 2010. – S. 121-122.
15. Cherenkov, D.A. Fukoza: biologicheskaya rol', puti polucheniya i perspektivy primeneniya / D.A. Cherenkov, Yu.A. Rybakov, T.V. Sanina, N.A. Shkarin, O.S. Korneeva, D.A. Skladnev // *Biotekhnologiya.* – 2010. – № 6. – S. 63-71.
16. Timmermans, E. Lactose derivatives: functions and applications / E. Timmermans // *Proceedings of the 2-nd International Whey Conference.* – Chicago, 1997. – P. 134-155.

E-mail: akhramtcov@ncfu.ru

УДК 338.43

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-39-51

ФИНАНСОВЫЙ МЕХАНИЗМ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

FINANCIAL MECHANISM OF DIGITALIZATION OF AGRICULTURE OF RUSSIA

^{1,2}Федотова Г.В., доктор экономических наук, доцент
³Ушамирская Г.Ф., доктор социологических наук, профессор
¹Мосолова Н.И., доктор биологических наук

^{1,2}*Fedotova G.V., doctor of economical sciences, associate professor*
³*Ushamirskaya G.F., doctor of sociological sciences, professor*
¹*Mosolova N.I., doctor of biological sciences*

¹Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград
²Волгоградский государственный технический университет
³Волжский институт экономики, педагогики и права

¹*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing
of Meat-and-Milk Production, Volgograd*
²*Volgograd State Technical University*
³*Volzhsky Institute of Economics, Pedagogy and Law*

Переход традиционных отраслей народного хозяйства на цифровую платформу демонстрирует накопившиеся потребности в комплексной модернизации отрасли, в необходимости поиска новых подходов к производству продуктового сырья, в росте производи-

тельности сельскохозяйственных предприятий к 2024 году. Поставленная цель требует подбора соответствующего инструментария, отвечающего современным технологическим требованиям, дающим возможность достоверно оценивать эффективность планируемых мероприятий, обозначить основные направления перспективного развития отрасли в свете происходящих перемен.

В статье были поставлены и последовательно решены следующие задачи: проведена оценка динамики развития сельского хозяйства по основным подотраслям – растениеводству и животноводству, проанализирована динамика экспорта и импорта сельскохозяйственной продукции за последние пять лет, проведено сравнение темпов производства по основным категориям продуктового сырья, подробно рассмотрена ведомственная целевая программа «Цифровое сельское хозяйство», проведена сравнительная оценка объемов финансирования мероприятий программы из различных источников.

Проведенная оценка особенностей финансового обеспечения цифровой трансформации российского сельского хозяйства направлена на определение тенденций перехода от традиционного подхода к технологическому подходу в производстве продуктового сырья. Задействованные финансовые механизмы, представленные в данной статье, отражают заинтересованность со стороны государства в перестройке аграрного бизнеса и его информационном перевооружении.

В свете перехода к четвертой промышленной революции традиционные системы взаимодействия и организации процессов производства теряют прежнюю актуальность и становятся неконкурентоспособными. Для повышения конкурентоспособности на отечественном и мировом рынках предприятиям различных отраслей необходимо следовать современным тенденциям и проводить модернизацию производственной базы и системы управления посредством внедрения цифровых технологий. Государство больше всех заинтересовано в интенсификации сельскохозяйственного производства и максимальном использовании экспортного потенциала отрасли. Разработанная и внедряемая с 2019 года программа «Цифровое сельское хозяйство» позволит перестроить существующую систему управления отраслью и задействовать новые возможности производства сельскохозяйственного сырья.

The transition of traditional sectors of the economy to a digital platform demonstrates the accumulated needs for a comprehensive modernization of the industry, the need to find new approaches to the production of food raw materials, and the growth of productivity of agricultural enterprises by 2024. This goal requires the selection of appropriate tools that meet modern technological requirements, making it possible to reliably evaluate the effectiveness of planned measures, to identify the main directions of the future development of the industry in the light of the ongoing changes.

The following tasks were set and consistently solved in the article: the dynamics of agricultural development was assessed for the main sub-sectors of crop production and livestock production, the dynamics of export and import of agricultural products over the past five years were analyzed, production rates were compared for the main categories of food raw materials, in detail The departmental target program «Digital Agriculture» was reviewed, comparative assessments of funding volumes were carried out program events from various sources.

The assessment of the features of financial support for the digital transformation of Russian agriculture is aimed at identifying trends in the transition from the traditional approach to the technological approach in the production of food raw materials. The involved financial mechanisms

presented in this article reflect the interest of the state in the restructuring of the agricultural business and its informational re-equipment.

In the light of the transition to the fourth industrial revolution, traditional systems of interaction and organization of production processes lose their former relevance and become uncompetitive. To increase competitiveness in the domestic and world markets, enterprises of various industries need to follow modern trends and modernize the production base and management system through the introduction of digital technologies. The state is most interested in the intensification of agricultural production and the maximum use of the export potential of the industry.

The Digital Agriculture program, developed and implemented since 2019, will make it possible to restructure the existing system of managing the industry and tap into new opportunities for the production of agricultural raw materials.

Ключевые слова: сельское хозяйство, финансовый механизм, цифровизация, экспорт продукции АПК, импорт продукции АПК.

Key words: agriculture, financial mechanism, digitalization, export of agricultural products, import of agricultural products.

Введение. Государственная поддержка отраслей сельского хозяйства и правительственный курс на импортозамещение продукции АПК дают свои результаты, которые отражаются в росте объемов производимого продуктового сырья, поставляемого как на внутренний, так и на внешний продовольственный рынок (Пояснительная записка к предложению о реализации нового направления программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iotas.ru/files/documents/>). Россия, как аграрная страна, обладающая колоссальными сельскохозяйственными угодьями, вполне способна обеспечить не только собственный продуктовый спрос, но и поставки сельскохозяйственной продукции на международные продовольственные рынки. Так, начиная с 2015 года, объемы продуктового экспорта растут (рисунок 1).

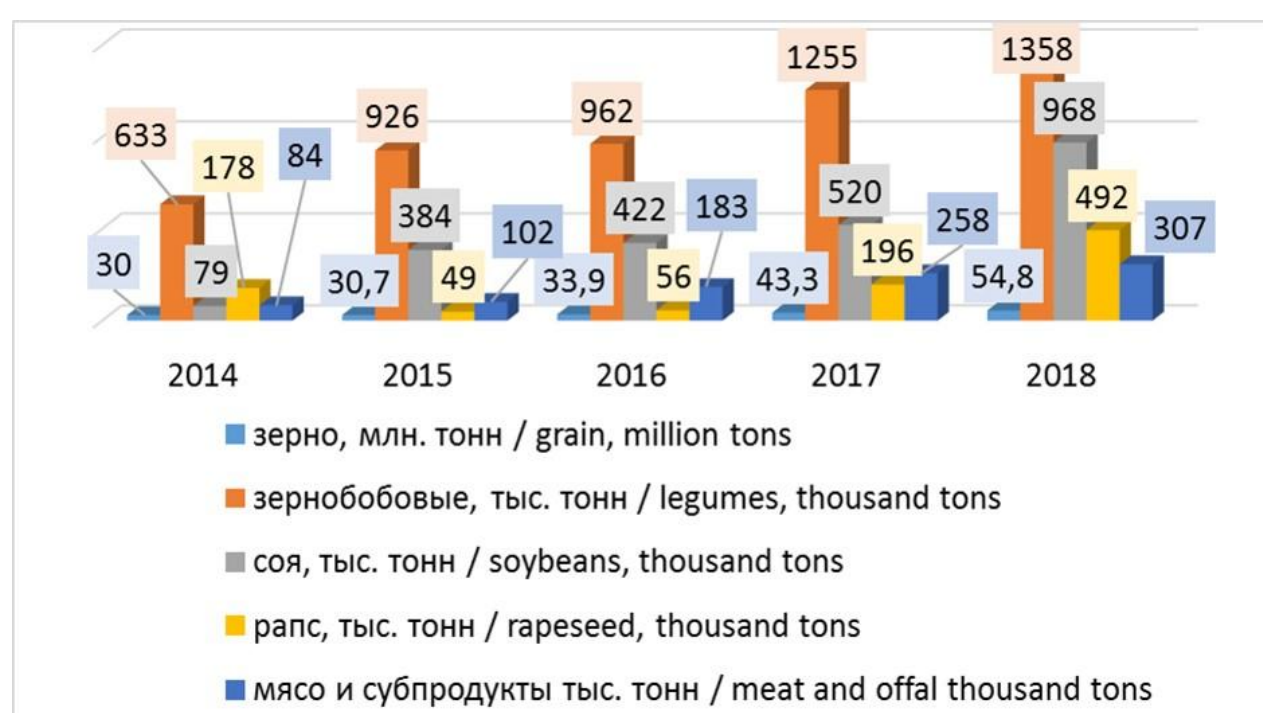


Рисунок 1 – Динамика экспорта основных сельхозпродуктов из России, тыс. тонн

Figure 1 – Dynamics of exports of basic agricultural products from Russia, thousand tons

Оценка динамики российского экспорта на рисунке 1 демонстрирует устойчивый рост производства основных категорий зернобобовых культур в течение последних пяти лет. Радует тот факт, что наращивает объемы не только растениеводство, но и животноводство. Так, объемы экспорта мяса и субпродуктов за пять лет выросли до 307 тыс. тонн, что составляет 72% прироста данной категории экспорта (Агентство стратегических инициатив займется «умным» сельским хозяйством [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/business/07/09/2017/59afd0429a79473485bdb58c>). Для того чтобы оценить реальное состояние продовольственного рынка, необходимо проанализировать также динамику российского импорта сельхозпродукции. Более наглядно это будет видно в соотношении объемов ввозимых и вывозимых продуктов сельскохозяйственного производства (рисунок 2).

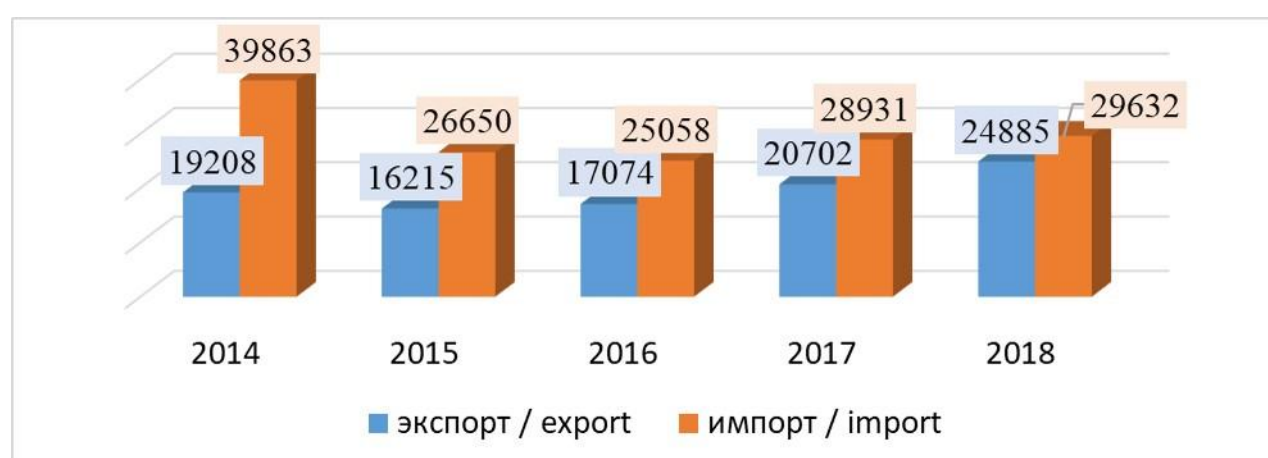


Рисунок 2 – Динамика соотношения импорта-экспорта основных сельхозпродуктов из России, млн. \$
Figure 2 – Dynamics of the ratio of import-export of basic agricultural products from Russia, \$ million

Соотношение продовольственного импорта-экспорта России демонстрирует параллельное сокращение импорта и рост экспорта на протяжении рассматриваемого периода. Но тем не менее Россия все еще продолжает завозить сельхозпродукцию в большем объеме, чем вывозить. При сохранении существующих темпов динамики экспорт превысит импорт уже в 2020 году. Но для этого необходимо, чтобы государство продолжало оказывать финансовую поддержку отрасли и инвестировать в отрасли производства продуктового сырья и переработки сельскохозяйственной продукции.

Материалы и методы. В данной работе использованы методы нормативно-правового анализа и оценки современной ситуации в сфере государственного управления цифровизацией отраслей сельского хозяйства в рамках реализации ведомственной программы цифровизации сельского хозяйства. Для оценки сложившейся ситуации и подведения итогов работы отрасли за последние годы был проведен контент-анализ итогов работы отрасли. Цифровые данные были получены из открытых источников Интернет, обработаны методами финансового, графического, трендового анализа, формализованы и систематизированы.

Результаты и обсуждение. Особенности государственной поддержки российского сельского хозяйства основаны на реализации программно-целевых методов управления в системе бюджетного ассигнования основных стратегических направлений развития отраслей народного хозяйства. Большое территориальное пространство обусловило необходимость наращивания объемов сельскохозяйственного производства продуктового сырья для удовлетворения внутренних продовольственных потребностей страны. Принятая и реализуемая Доктрина продовольственной безопасности России фактически выполнена по всем основным

индикаторам, за исключением индикатора «молоко и молокопродукты», что предопределяет приоритеты направления финансирования молочного животноводства (Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» Министерства сельского хозяйства РФ. – Режим доступа: <http://mcsx.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf>).

На 2019-2021 годы Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (далее – Госпрограмма АПК) будет предопределять основные задачи и целевые ориентиры развития российского АПК [8]. С 2018 года в Госпрограмме АПК выделены 2 части: проектная, процессная. Основные определяющие документы и направления развития данных частей приведены на рисунке 3.

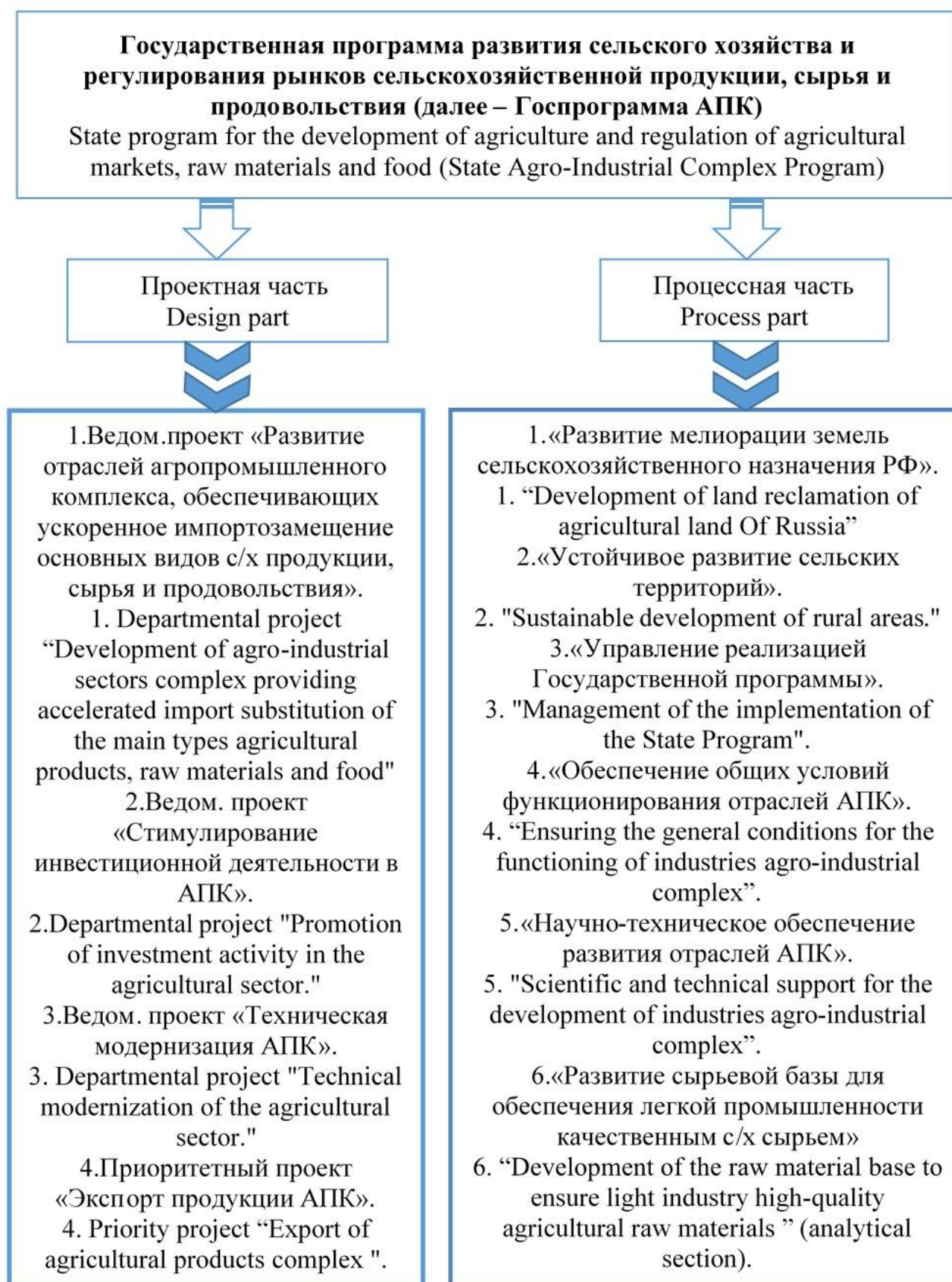


Рисунок 3 – Направления финансирования сельского хозяйства Российской Федерации [4]

Figure 3 – Areas of financing of agriculture of the Russian Federation [4]

Представленная схема на рисунке 3 отражает основные тренды государственного регулирования и стимулирования развития отрасли. Документы составлены таким образом, чтобы учесть максимальное количество аспектов отраслевого развития в соответствии с требованием укреплять национальную продовольственную безопасность. Программа предусматривает не только развитие отдельных специализированных подотраслей АПК, но и стимулирует инвестиционную активность в отрасли, техническое и научно-техническое развитие отрасли, развитие российского экспорта, усиление сырьевой базы для легкой промышленности, реализацию программ импортозамещения. Видим, что программа довольно многогранна, что доказывает высокую интеграцию АПК в народное хозяйство страны [2].

По итогам 2018 года сельское хозяйство добилось определенных результатов (рисунок 4).

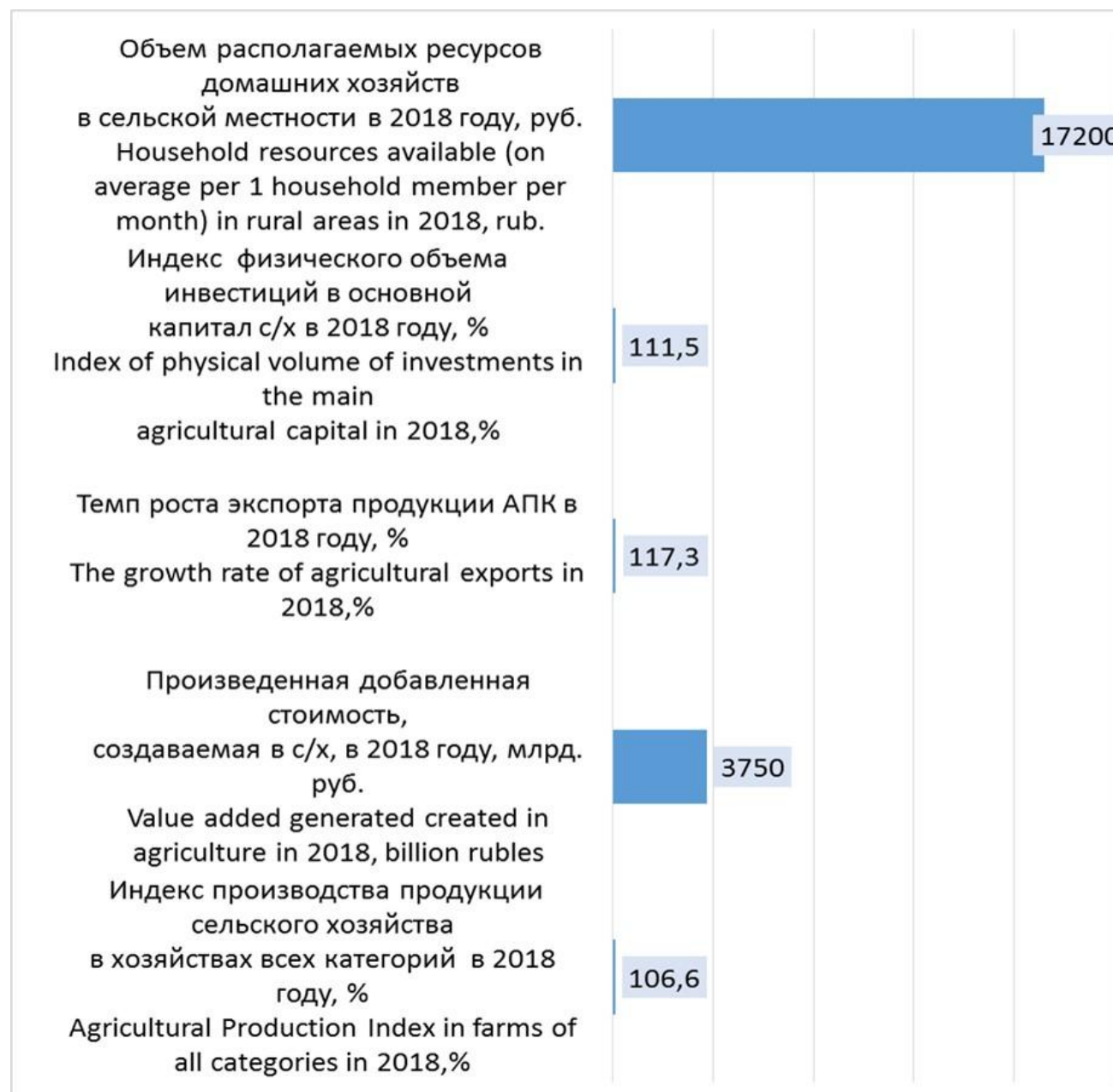


Рисунок 4 – Итоговые показатели работы сельского хозяйства России в 2018 году [5, 10]

Figure 4 – The final indicators of the work of agriculture in Russia in 2018 [5, 10]

На графике видно, что основные индикаторы развития отрасли по итогам 2018 году достигнуты, так как имеем положительный темп роста по индексу физического объема инвестиций в основной капитал – 111,5%, темпу роста экспорта – 117,3%, индексу производства продукции сельского хозяйства – 106,5%. Такие показатели работы отрасли связаны с усилением государственного финансирования и поддержки отрасли, которые преследуют цель – развитие сельских территорий и обеспечение их собственной производственной базой.

В 2018 году были получены хорошие результаты фактически по всем категориям сельскохозяйственного растительного и животного сырья. Отстает производство овощей – рост составил 0%, производство сахарной свеклы – произведено на 16% меньше, производство зерновых и зернобобовых культур – произведено на 13% меньше (рисунок 5). Остальные категории показали рост по сравнению с 2017 годом [3].

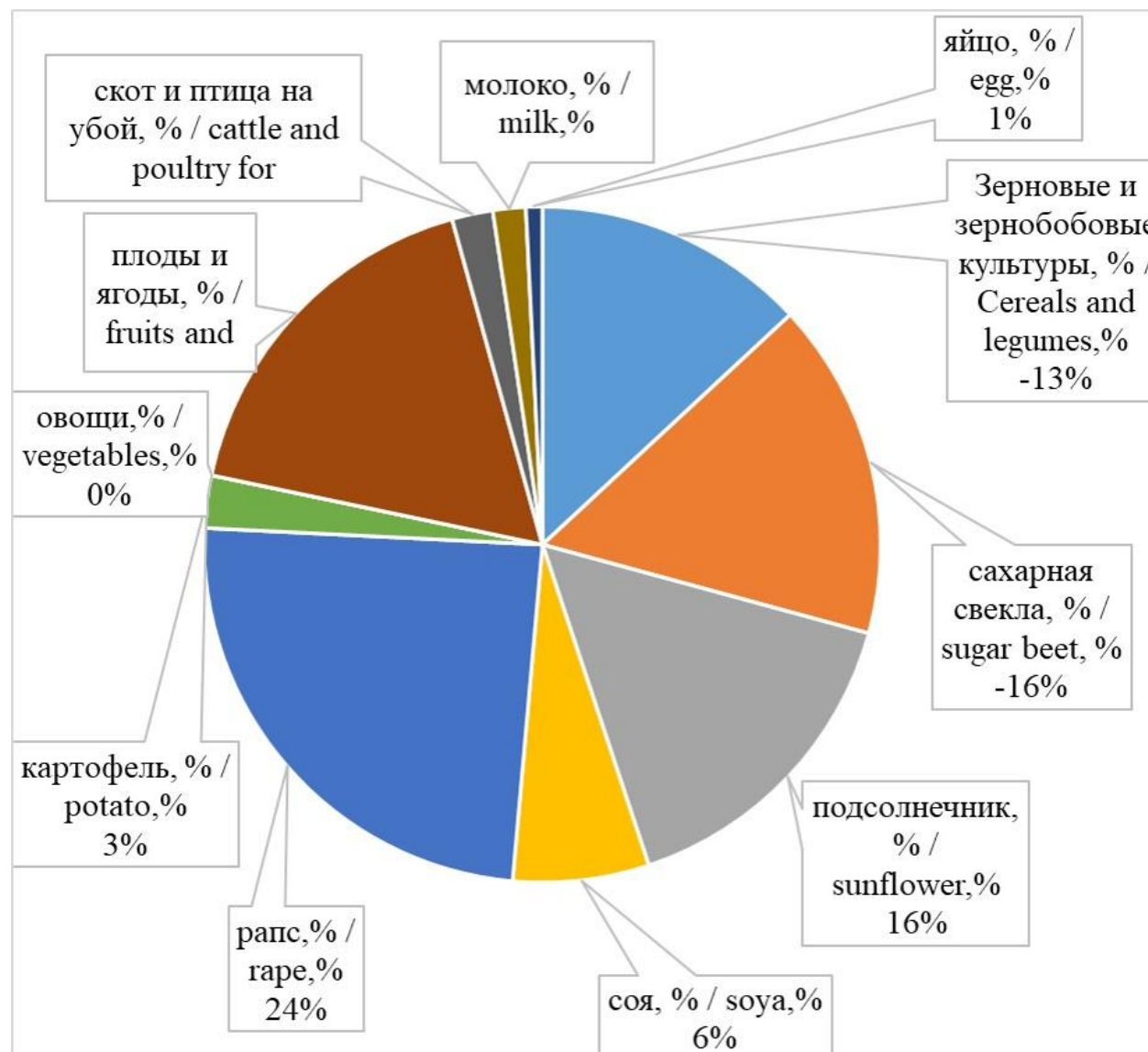


Рисунок 5 – Производство основных сельскохозяйственных категорий сырья в 2018 году по сравнению с 2017 годом, %

Figure 5 – Production of the main agricultural categories of raw materials in 2018 compared to 2017, %

Государственная поддержка отрасли, которая с 2014 года усилилась, дает свои результаты, поэтому необходимо не снижать объемы финансирования в будущие периоды. С 2019 года Правительство РФ внесло определенные изменения: во-первых, была продлена Программа развития сельского хозяйства РФ до 2024 года, были скорректированы индикаторы программы (экспорт продукции АПК должен достичь 45 млрд. долл. в год, численность занятых в отрасли увеличиться на 126,7 тыс. чел.). Кроме того, будут введены новые проекты: «Экспорт продукции АПК», «Создание системы поддержки фермеров и с.-х. кооперации», «Цифровое сельское хозяйство» (Векторы цифрового развития сельского хозяйства Алтайского края. – Режим доступа: <http://d-russia.ru/vektory-tsifrovogo-razvitiya-selskogo-hozyajstva-altajskogo-kрая.html>).

Остановимся подробнее на проекте «Цифровое сельское хозяйство», который разработан и планируется к реализации уже с 2019 года в рамках общегосударственной политики информатизации российского общества.

Основная суть данного проекта – создание национальной цифровой платформы АПК. Проект будет реализовываться поэтапно, которых будет 3 и каждый будет решать определенные задачи. Рассмотрим этапы и задачи (рисунок 6).



Рисунок 6 – Этапы и задачи реализации Ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» [7, 9]

Figure 6 – Stages and objectives of the implementation of the Departmental project «Digital Agriculture» [7, 9]

Фактически ведомственный проект представляет собой четкий план поэтапного внедрения цифровых технологий в работу сельскохозяйственных производителей России. Но для его реализации необходима государственная поддержка как в форме финансирования, так в форме нормативно-правового сопровождения на всех этапах. Отсутствие опыта работы

в цифровой среде очень часто становится основным препятствием для внедрения цифровых технологий в практику работы хозяйств. Поэтому третий этап – подготовка специалистов для отраслей АПК – представляется очень важным моментом реализации программы, который должен запускаться фактически с начала реализации самого проекта.

Рассмотрим, какие суммы финансирования необходимы для успешного внедрения проекта в работу отрасли (рисунок 7).

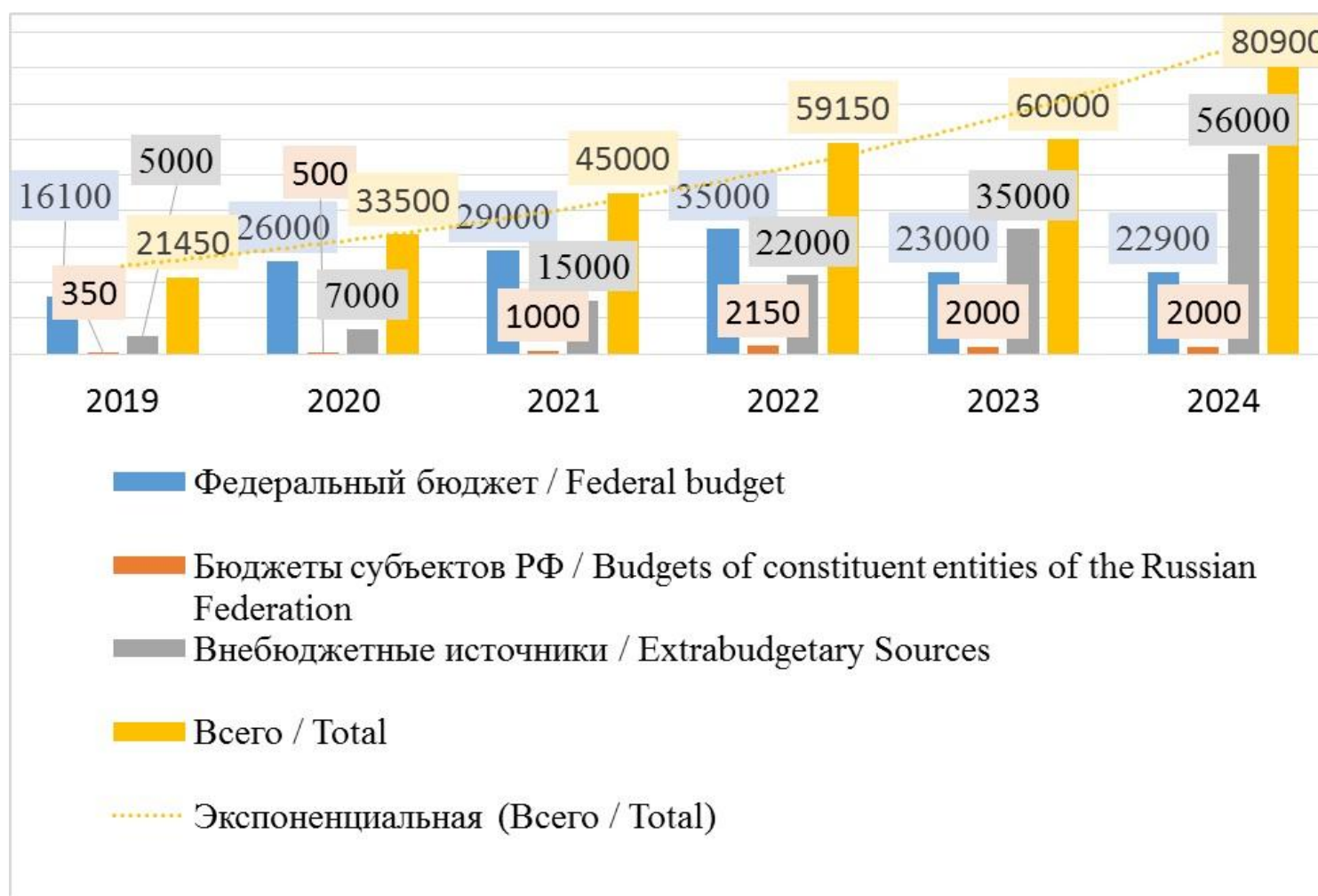


Рисунок 7 – Динамика объемов финансирования Ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство», млн. руб.

Figure 7 – Dynamics of financing volumes of the Departmental project Digital Agriculture, million rubles

Представленные суммы на рисунке 7 отражают объемы государственной и негосударственной поддержки цифровой трансформации отечественного сельского хозяйства. Тенденция и прогноз объемов финансирования возрастающий, что видно на экспоненциальной кривой. На первоначальном этапе реализации программы максимальная нагрузка ложится на федеральный бюджет, так как будет разрабатываться ГИС по управлению АПК и подключению к данной платформе всех регионов России. Затем акценты смещаются, и основное финансирование будет поступать из внебюджетных источников [6]. Уже к 2024 году внебюджетная поддержка будет превышать бюджетную почти в 2 раза.

Рассмотрим основные этапы реализации государственной программы, о которых мы уже писали выше, и как средства разбиваются по данным этапам. Для наглядности составит диаграмму (рисунок 8).

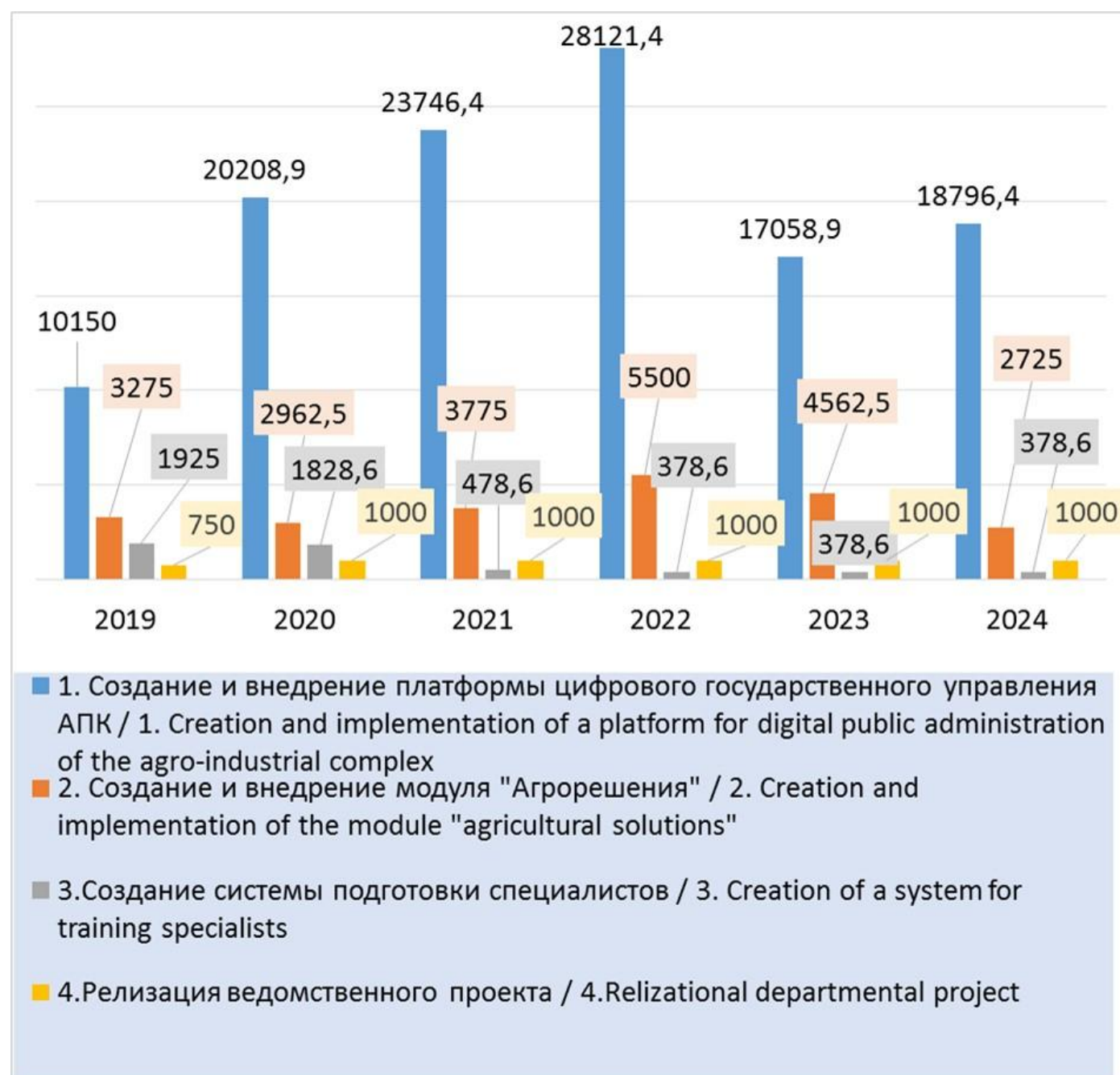


Рисунок 8 – Объемы поддержки программы по этапам ее реализации
 Figure 8 – Volumes of program support by stages of its implementation

Представленный на рисунке 8 график показывает основные этапы реализации ведомственной программы «Цифровое сельское хозяйство», а также этапы финансирования проекта. Видим, что основная государственная поддержка приходится на первый этап реализации проекта, как самый основной и важный, который в будущем будет определять работу всей системы. Объем мероприятий данного этапа максимален – 7 комплексных мероприятий. Второй этап представляет собой работу по созданию модуля «Агрорешения», который будет устанавливать взаимосвязи и взаимозависимости между участниками платформы. Финансирование данного этапа меньше, чем второго, но также достаточно высоко. Третий этап связан с подготовкой специалистов в области IT-технологий для сельского хозяйства. Этот этап рассчитан на создание обучающей инфраструктуры «Земля знаний», которая позволит сформировать компетенции у будущих IT-агрономов и IT-зоотехников. В программе предусмотрено еще одно направление финансирования, связанное с общим управлением работ по реализации ведомственной программы [1].

Максимальная сумма поддержки за период 2019-2024 гг. будет получена из федерального бюджета – 152000 млн. руб., из внебюджетных источников будет профинансировано 140000 млн. руб., за счет бюджетов субъектов РФ – 8000 млн. руб. Если разбивать сумму финансирования по этапам, то, как показано на рисунке 6, максимальный объем поддержки придется на 1 этап реализации проекта (118082,0 млн. руб.), так как создание, подключение и

запуск ГИС в работу – самый важный и ответственный момент всей программы. Затем финансирование идет по убывающей: на втором этапе затраты составят 22800 млн. руб., на третьем этапе – 5368,0 млн. руб.

Таким образом, согласно представленной программе цифровой трансформации отечественного сельского хозяйства, запланировано к 2024 году создать и запустить в работу комплексную цифровую платформу управления всеми сельхозпроизводителями России. При успешной реализации планируемого проекта вся система управления отраслью будет максимально прозрачна и контролируема, созданные взаимосвязи в рамках цифровой платформы сократят издержки на поиск, переговоры, оценку работы отрасли. Платформа позволит вести более четкий учет и мониторинг сельскохозяйственных ресурсов, отслеживать их качество и прогнозировать будущие объемы производства.

Заключение. В завершение данной статьи следует отметить, что взятый правительственный курс на цифровизацию всей экономической системы позволит интенсифицировать работу отрасли, усилит национальную продовольственную безопасность, обеспечит стабильный доход стране от экспорта продукции АПК на мировые продуктовые рынки, изменит представление о России как о сырьевом регионе. Запланированные мероприятия реализации программы цифровизации АПК позволят выстроить общегосударственную цифровую платформу и охватить всех сельхозпроизводителей, максимизировать уровень производства продуктового сырья и увеличить его в 2 раза к 2024 году. Сельскохозяйственный потенциал России будет задействован благодаря активному взаимодействию в цифровой среде, будут сокращены издержки сельхозтоваропроизводителей на поиск покупателей и рынков сбыта, целенаправленная государственная поддержка будет стимулировать работу фермеров и привлекать в отрасль дополнительные инвестиционные ресурсы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Библиографический список

1. Аюпов, Р.Х. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве республики Узбекистан / Р.Х. Аюпов, М.Ю. Джуманиязова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 5-4. – С. 87-90.
2. Горлов, И.Ф. Инновационные аграрно-пищевые технологии как основа развития АПК России / И.Ф. Горлов // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 1 (1). – С. 7-12.
3. Горлов, И.Ф. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве / И.Ф. Горлов, Г.В. Федотова, М.И. Сложенкина, Н.И. Мосолова, Т.Н. Бармина // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – № 1 (5). – С. 28-35.
4. Горлов, И.Ф. Основные направления по разработке аграрно-пищевых технологий / И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова, С.А. Суркова // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – № 2 (6). – С. 7-8.
5. Горлов, И.Ф. Экономические перспективы использования биотехнологий в животноводстве / И.Ф. Горлов, А.А. Мосолов, Г.В. Комлацкий, М.А. Нестеренко, К.Д. Нимбона, Д.А. Мосолова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 5. – С. 57-60.
6. Труфляк, Е.В. Результаты анкетирования по направлению «Цифровое сельское хозяйство» / Е.В. Труфляк, А.С. Креймер, Н.Ю. Курченко. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 11 с.
7. Федотова, Г.В. Императивы повышения продовольственной безопасности / Г.В. Федотова, М.И. Сложенкина, Д.А. Мосолова // Агроэкология, мелиорация и защитное лесоразведение: мат. междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 18-20 октября 2018 г. –

- Волгоград: Изд-во Волгоградского ин-та управления – филиала РАНХиГС, 2018. – С. 21-24.
8. Федотова, Г.В. Сельское хозяйство 4.0: цифровые тренды развития АПК: монография / Г.В. Федотова, И.Ф. Горлов, А.В. Глущенко, М.И. Сложенкина, Н.И. Мосолова, Д.А. Мосолова; ФГБНУ «Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции», ФГБОУ ВО «Волгоградский гос. технический ун-т», ФГБОУ ВО «Российский экономический ун-т им. Г.В. Плеханова». – Волгоград, 2019. – 168 с.
 9. Щербина, Т.А. Цифровая трансформация сельского хозяйства РФ: опыт и перспективы / Т.А. Щербина // Россия: Тенденции и перспективы развития: ежегод. сб. – 2019. – С. 450-453.
 10. Gorlov, Ivan Fiodorovich. Regression Models for Predicting Production of Three Main Beef Cattle Breeds Grown in Russia with Respect to Biochemical Parameters of Blood [Электронный ресурс] / Ivan Fiodorovich Gorlov, Olga Pavlovna Shakhbazova, Marina Ivanovna Slozhenkina, Rasim Gasanovich Radzhabov, Aleksandr Vasilievich Randelin, Nadezhda Vasilievna Ivanova, Natalia Ivanovna Mosolova, Ivan Mikhailovich Volokhov, Valentina Nikolaevna Hramova, and Elena Yurievna Zlobina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS): [On-line Journal]. – 2018. – Vol. 9, Issue 6 (November – December). – P. 565-571. – URL: http://www.rjpbc.com/2018_9_6.html.

Reference

1. Ayupov, R.H. Cifrovaya transformatsiya v sel'skom hozyajstve respubliky Uzbekistan / R.H. Ayupov, M.Yu. Dzhumaniyazova // Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk. – 2019. – № 5-4. – S. 87-90.
2. Gorlov, I.F. Innovatsionnye agrarno-pishchevye tekhnologii kak osnova razvitiya APK Rossii / I.F. Gorlov // Agrarno-pishchevye innovatsii. – 2018. – № 1 (1). – С. 7-12.
3. Gorlov, I.F. Cifrovaya transformatsiya v sel'skom hozyajstve / I.F. Gorlov, G.V. Fedotova, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, T.N. Barmina // Agrarno-pishchevye innovatsii. – 2019. – № 1 (5). – С. 28-35.
4. Gorlov, I.F. Osnovnye napravleniya po razrabotke agrarno-pishchevyh tekhnologiy / I.F. Gorlov, N.I. Mosolova, S.A. Surkova // Agrarno-pishchevye innovatsii. – 2019. – № 2 (6). – С. 7-8.
5. Gorlov, I.F. Ekonomicheskie perspektivy ispol'zovaniya biotekhnologiy v zhivotnovodstve / I.F. Gorlov, A.A. Mosolov, G.V. Komlatskiy, M.A. Nesterenko, K.D. Nimbona, D.A. Mosolova // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2019. – № 5. – С. 57-60.
6. Truflyak, E.V. Rezul'taty anketirovaniya po napravleniyu «Cifrovoe sel'skoe hozyajstvo» / E.V. Truflyak, A.S. Krejmer, N.Yu. Kurchenko. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – 11 s.
7. Fedotova, G.V. Imperativy povysheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti / G.V. Fedotova, M.I. Slozhenkina, D.A. Mosolova // Agroekologiya, melioratsiya i zashchitnoe lesorazvedenie: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Volgograd, 18-20 oktyabrya 2018 g. – Volgograd: Izd-vo Volgogradskogo in-ta upravleniya – filiala RANHiGS, 2018. – С. 21-24.
8. Fedotova, G.V. Sel'skoe hozyajstvo 4.0: cifrovye trendy razvitiya APK: monografiya / G.V. Fedotova, I.F. Gorlov, A.V. Glushchenko, M.I. Slozhenkina, N.I. Mosolova, D.A. Mosolova; FGBNU «Povolzhskij NII proizvodstva i pererabotki myasomolochnoj produkcii», FGBOU VO «Volgogradskij gos. tekhnicheskij un-t», FGBOU VO «Rossijskij ekonomicheskij un-t im. G.V. Plekhanova». – Volgograd, 2019. – 168 s.
9. Shcherbina, T.A. Cifrovaya transformatsiya sel'skogo hozyajstva RF: opyt i perspektivy / T.A. Shcherbina // Rossiya: Tendentsii i perspektivy razvitiya: ezhegod. sb. – 2019. – S. 450-453.

10. Gorlov, Ivan Fiodorovich. Regression Models for Predicting Production of Three Main Beef Cattle Breeds Grown in Russia with Respect to Biochemical Parameters of Blood [Электронный ресурс] / Ivan Fiodorovich Gorlov, Olga Pavlovna Shakhbazova, Marina Ivanovna Slozhenkina, Rasim Gasanovich Radzhabov, Aleksandr Vasilievich Randelin, Nadezhda Vasilievna Ivanova, Natalia Ivanovna Mosolova, Ivan Mikhailovich Volokhov, Valentina Nikolaevna Hramova, and Elena Yurievna Zlobina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (RJPBCS): [On-line Journal]. – 2018. – Vol. 9, Issue 6 (November – December). – P. 565-571. – URL: http://www.rjpbc.com/2018_9.6.html.

E-mail: niimmp@mail.ru

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

УДК 636.32/38

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-51-57

**ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ОВЦЕМАТОК
И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
БАРАНЧИКОВ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ**

**REPRODUCING QUALITIES OF SHEEP
AND HEMATOLOGICAL INDICATORS OF BARRANKS
OF DIFFERENT GENOTYPES**

¹Филатов А.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
²Чамурлиев Н.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
²Мельникова Е.А., кандидат биологических наук
²Мельников А.Г., кандидат биологических наук

¹*Filatov A.S., doctor of agricultural sciences, professor*
²*Chamurliiev N.G., doctor of agricultural sciences, professor*
²*Mel'nikova E.A., candidate of biological sciences*
²*Mel'nikov A.G., candidate of biological sciences*

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

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

В овцеводстве важное условие высокой продуктивности животных – научно обоснованное разведение и воспроизводство. Показателем, отражающим процессы, протекающие в организме и влияние на данные процессы различных факторов внешней среды, является состав крови. В статье представлены результаты изучения влияния использования баранов породы австралийский меринос на повышение воспроизводительных качеств маток волгоград-

ской породы и гематологические показатели баранчиков разных генотипов. Наименьшее количество повторно осемененных маток было в III группе – 9,9%, против 13,3 и 10,9% у маток I и II групп соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась и по количеству маток, оставшихся яловыми. Наибольшее количество ягнят, полученных в расчете к обьягнвившимся маткам, было получено от маток III группы и составило 135,8%, что на 17,2 и 7,0 абс. процента больше, чем у маток I и II групп соответственно. Максимальное количество эритроцитов и лейкоцитов наблюдалось у полукровных баранчиков ($8,65 \cdot 10^{12}/л$ и $8,81 \cdot 10^9/л$). По содержанию эритроцитов полукровные баранчики и баранчики $3/4$ -кровности по породе австралийский меринос превосходили чистопородных сверстников на $0,06$ и $0,03 \cdot 10^{12}/л$ соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась и по содержанию лейкоцитов – превосходство составило $0,06$ и $0,02 \cdot 10^9/л$. Содержание гемоглобина находилось в интервале 93,02-93,48 г/л. Наивысший уровень гемоглобина также наблюдался у баранчиков из II группы – 93,48 г/л. Содержание белка в сыворотке крови баранчиков было сравнительно высоким и варьировало по группам незначительно – от 62,98 до 63,24 г/л. В крови баранчиков II и III групп в сравнении со сверстниками из I группы кальция содержалось больше на 1,48 и 0,75%. По содержанию фосфора в сыворотке крови баранчиков наблюдалась аналогичная тенденция. Превосходство помесных животных было невысоким и составило 2,99 и 1,22% соответственно. В крови баранчиков, полученных в результате скрещивания, уровень каротина находился в пределах физиологической нормы. Однако установлено превышение показателей его содержания в крови баранчиков II и III групп, которое составило соответственно 2,31 и 0,59%.

In sheep breeding, an important condition for high animal productivity is scientifically based breeding and reproduction. An indicator reflecting the processes taking place in the body and the effect on these processes of various environmental factors is the composition of the blood. The article presents the results of a study of the influence of the use of Australian merino sheep to increase the reproductive quality of the uterus of the Volgograd breed and on the hematological parameters of sheep of different genotypes. The smallest number of re-inseminated queens was in group III – 9.9%, versus 13.3 and 10.9% in queens of groups I and II, respectively. A similar trend was observed in the number of queens that remained ash. The largest number of lambs calculated per laden uterus was obtained from the uterus of group III and amounted to 135.8%, which is 17.2 and 7.0 abs. percent more than the uterus of groups I and II, respectively. The maximum number of red blood cells and white blood cells was observed in half-blood rams ($8.65 \cdot 10^{12}/л$ and $8.81 \cdot 10^9/л$). According to the content of red blood cells, half-blood rams and sheep of no blood type by breed, the Australian merino groups exceeded pure-breed peers by 0.06 and $0.03 \cdot 10^{12}/л$, respectively. A similar trend was observed in the content of leukocytes – the superiority was 0.06 and $0.02 \cdot 10^9/л$. The hemoglobin content was in the range 93.02-93.48 g/l. The highest hemoglobin level was also observed in sheep from the II group – 93.48 g/l. The protein content in the blood serum of rams was relatively high and varied slightly in groups - from 62.98 to 63.24 g/l. In the blood of sheeps of groups II and III in comparison with peers from group I, calcium contained 1.48 and 0.75% more. A similar tendency was observed in the serum phosphorus content of rams. The superiority of the animals was low and amounted to 2.99 and 1.22%, respectively. In the blood of rams obtained as a result of crossing, the level of carotene was within the physiological norm. However, the excess of its content in the blood of rams of groups II and III was found to be 2.31 and 0.59%, respectively.

Ключевые слова: овцематки, ягнение, баранчики, разные генотипы, гематологические показатели.

Key words: *sheep, lambing, rams, different genotypes, hematological parameters.*

Введение. В овцеводстве научно обоснованное разведение и воспроизводство являются важным условием высокой продуктивности животных, они определяют не только темпы продуктивного и племенного совершенствования животных, но и рентабельность отрасли. Основными показателями воспроизводства являются оплодотворяемость и плодовитость маток [1, 3, 7, 8].

Одной из основных задач предприятий агропромышленного комплекса, занимающихся овцеводством, является получение большого количества молодняка, обеспечение высокой сохранности, что будет способствовать повышению рентабельности отрасли [2, 5, 9].

Состав крови является показателем, отражающим процессы, протекающие в организме, а также влияние того или иного фактора внешней среды на данные процессы. Важная роль отводится содержанию форменных элементов крови, как одного из комплекса показателей, позволяющих судить о физиологическом состоянии организма [4].

Кровь выполняет в организме важные функции, участвуя в обмене веществ, доставляя клеткам необходимые для их жизнедеятельности вещества и унося продукты выделения, осуществляя таким образом обмен веществ.

Многолетними исследованиями доказано, что состав крови во многом зависит от вида, породы, пола, условий кормления животных и по нему можно судить о физиологическом состоянии животных, их продуктивных качествах [6].

В связи с этим целью исследований являлось изучение воспроизводительных качеств овцематок и гематологических показателей чистопородных баранчиков волгоградской породы и помесных баранчиков $\frac{1}{2}$ - и $\frac{3}{4}$ -кровности по породе австралийский меринос.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужило поголовье чистопородных баранчиков волгоградской породы и помесных баранчиков, полученных от спаривания баранов породы австралийский меринос с чистопородными матками волгоградской породы и полукровными матками с генотипом $\frac{1}{2}$ -кровности по волгоградской породе и $\frac{1}{2}$ -кровности по породе австралийский меринос.

Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы 3 группы овцематок: в I группу (195 голов) и во II группу (202 головы) вошли чистопородные матки волгоградской породы, а в III группу (182 головы) – полукровные матки, полученные в результате скрещивания баранов породы австралийский меринос с матками волгоградской породы.

После отъема в возрасте 4 месяцев были сформированы 3 группы баранчиков по 20 голов в каждой. В I группу вошли баранчики волгоградской породы (ВМ), во II группу – помесные баранчики $\frac{1}{2}$ -кровности, полученные от скрещивания волгоградских маток с баранами породы австралийский меринос ($\frac{1}{2}$ ВМ \times $\frac{1}{2}$ АМ), в III группу – помесные баранчики $\frac{3}{4}$ -кровности, полученные от скрещивания полукровных маток с баранами породы австралийский меринос ($\frac{1}{4}$ ВМ \times $\frac{3}{4}$ АМ).

В течение научно-хозяйственного опыта подопытные баранчики находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Рационы кормления составлялись с учетом возраста, живой массы, продуктивности и сезона года по нормам, рекомендованным ВАСХНИЛ.

Плодовитость маток была определена согласно ГОСТ 25955-83 путем учета всех живых, мертворождённых и абортированных ягнят в расчёте на 100 объегнившихся овцематок, выраженная в %.

Согласно общепринятым методикам был определен морфологический и биохимический состав крови: количество лейкоцитов и эритроцитов – подсчетом в камере Горяева, уровень гемоглобина – по Сали, содержание общего белка – рефрактометрически.

Цифровой материал исследований обработан методом вариационной статистики по методике Плохинского Н.А. с использованием пакета программ Microsoft Office.

Результаты и обсуждение. Результаты осеменения и ягнения овцематок представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты осеменения и ягнения овцематок

Table 1 – Results of insemination and lambing of ewes

Группа <i>Group</i>	Осеменено маток <i>Inseminated uterus</i>			Осталось яловыми <i>Left barren sheep</i>		Получено ягнят <i>The resulting lamb</i>		
	все голова <i>total animal heads</i>	из них <i>among them</i>		голова <i>animal heads</i>	%	голова <i>animal heads</i>	%	
		повторно <i>again</i>	%				к осемененным <i>to the inseminated</i>	к обьягнвившимся <i>to the sheep that gave birth</i>
I	195	26	13,3	12	6,2	217	111,3	118,6
II	202	22	10,9	11	5,4	246	121,8	128,8
III	182	18	9,9	9	4,9	235	129,1	135,8

Наименьшее количество повторно осемененных маток было в III группе – 9,9%, против 13,3 и 10,9% у маток I и II групп соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась и по количеству маток, оставшихся яловыми.

Наибольшее количество ягнят, полученных в расчете к обьягнвившимся маткам, было получено от маток III группы и составило 135,8%, что на 17,2 и 7,0 абс. процента больше, чем у маток I и II групп соответственно.

По уровню гемоглобина, количеству лейкоцитов и эритроцитов можно судить о состоянии здоровья и потенциальной продуктивности животного. В связи с этим был изучен морфологический состав крови подопытных баранчиков (таблица 2).

Таблица 2 – Морфологические показатели крови подопытных баранчиков (n=3)

Table 2 – Morphological blood parameters of experimental rams (n=3)

Показатель <i>Parameter</i>	Группа <i>Group</i>		
	I	II	III
Эритроциты, $10^{12}/л$ <i>Erythrocytes, $10^{12}/l$</i>	8,59±0,04	8,65±0,08	8,62±0,05
Лейкоциты, $10^9/л$ <i>Leukocytes, $10^9/l$</i>	8,75±0,06	8,81±0,05	8,77±0,09
Гемоглобин, г/л <i>Hemoglobin, g/l</i>	93,02±1,40	93,48±1,96	93,17±1,12

Максимальное количество эритроцитов и лейкоцитов наблюдалось у полукровных баранчиков ($8,65 \cdot 10^{12}/л$ и $8,81 \cdot 10^9/л$). По содержанию эритроцитов полукровные баранчики и баранчики $3/4$ -кровности по породе австралийский меринос превосходили чистопородных сверстников на 0,06 и $0,03 \cdot 10^{12}/л$ соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась и по содержанию лейкоцитов – превосходство составило 0,06 и $0,02 \cdot 10^9/л$

Содержание гемоглобина находилось в интервале 93,02-93,48 г/л. Наивысший уровень гемоглобина также наблюдался у баранчиков из II группы – 93,48 г/л.

Важной составной частью крови являются белки, которые участвуют в жизненно важных процессах, протекающих в организме животных (таблица 3).

Таблица 3 – Биохимические показатели крови подопытных баранчиков (n=3)

Table 3 – Biochemical blood parameters of experimental rams (n=3)

Показатель <i>Parameter</i>	Группа <i>Group</i>		
	I	II	III
Общий белок, г/л <i>Total protein, g/l</i>	62,98±0,24	63,24±0,22	63,18±0,27
Альбумины, г/л <i>Albumins, g/l</i>	27,02±0,09	26,94±0,06	27,04±0,11
% к общему белку <i>% of the total protein</i>	42,9	42,6	42,8
Глобулины, г/л <i>Globulins, g/l</i>	35,96±0,06	36,30±0,12	36,14±0,08
% к общему белку <i>% of the total protein</i>	57,1	57,4	57,2

Содержание белка в сыворотке крови баранчиков было сравнительно высоким и варьировало по группам незначительно – от 62,98 до 63,24 г/л.

Исследования показали, что помесные баранчики превосходили чистопородных и по содержанию в крови минеральных веществ (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание кальция, фосфора и каротина в крови подопытных баранчиков (n=3)

Table 4 – The content of calcium, phosphorus and carotene in the blood of experimental rams (n=3)

Показатель <i>Parameter</i>	Группа <i>Group</i>		
	I	II	III
Кальций, ммоль/л <i>Calcium, mmol/l</i>	2,66±0,09	2,70±0,12	2,68±0,07
Фосфор, ммоль/л <i>Phosphorus, mmol/l</i>	1,62±0,07	1,67±0,03	1,64±0,05
Каротин, мкмоль/л <i>Carotene, mkmol/l</i>	1,69±0,05	1,73±0,06	1,70±0,03

В крови баранчиков II и III групп в сравнении со сверстниками из I группы кальция содержалось больше на 1,48 и 0,75 %.

По содержанию фосфора в сыворотке крови баранчиков наблюдалась аналогичная тенденция. Превосходство помесных животных было невысоким и составило 2,99 и 1,22% соответственно.

В крови баранчиков, полученных в результате скрещивания, уровень каротина находился в пределах физиологической нормы. Однако установлено превышение показателей его содержания в крови баранчиков II и III групп, которое составило соответственно 2,31 и 0,59%.

Заключение. Таким образом, воспроизводительные показатели были выше у овцематок, скрещенных с баранами породы австралийский меринос. Исходя из данных, полученных в результате исследований, гематологические показатели баранчиков разных генотипов находились в пределах физиологической нормы. Следует отметить, что некоторое увеличение содержания форменных элементов крови у помесных животных свидетельствует об усилении обменных процессов, протекающих в организме подопытного молодняка.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Библиографический список

1. Анопrienко, С.В. Воспроизводительные качества овец волгоградской породы и пути их совершенствования: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04; 06.02.02 / Анопrienко Сергей Владимирович. – Волгоград, 2007. – 22 с.
2. Горлов, И.Ф. Методы повышения конкурентоспособности овцеводческой продукции и улучшения ее качества: рекомендации / И.Ф. Горлов, А.С. Филатов, С.В. Анопrienко. – Волгоград, 2009. – 19 с.
3. Горлов, И.Ф. Методы повышения продуктивности овец волгоградской породы: рекомендации / И.Ф. Горлов, А.С. Филатов, С.В. Анопrienко, В.Н. Кочтыгов. – М.: Вестник РАСХН, 2009. – 16 с.
4. Косилов, В.И. Особенности изменения гематологических показателей молодняка овец основных пород Южного Урала под влиянием пола, возраста и сезона года / В.И. Косилов, П.Н. Шкилев, Е.А. Никонова, Д.А. Андриенко // Сборник научных трудов / ВНИИОК. – 2013. – № 6-1. – С. 53-64.
5. Погодаев, В.А. Хозяйственно-полезные качества и биологические особенности овец, полученных от скрещивания пород калмыцкая курдючная и дорпер в условиях аридной зоны Калмыкии / В.А. Погодаев, Н.В. Сергеева, Ю.А. Юлдашбаев, А.И. Ерохин, Е.А. Карасев, Т.А. Магомадов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 58-76.
6. Траисов, Б.Б. Гематологические показатели мясо-шерстных овец / Б.Б. Траисов, К.Г. Есенгалиев, А.К. Бозымова, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3. – С. 124-125.
7. Филатов, А.С. Научно-практическое обоснование методов повышения продуктивных и воспроизводительных качеств производителей в племенном овцеводстве и скотоводстве: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук: 06.02.04; 06.02.02 / Филатов Александр Сергеевич. – п. Персиановский, 2006. – 50 с.
8. Филатов, А.С. Племенные и продуктивные качества овец волгоградской породы / А.С. Филатов, С.В. Анопrienко // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2006. – № 1. – С. 23-26.
9. Филатов, А.С. Состояние и перспективы развития овцеводства в Волгоградской области / А.С. Филатов, Н.Г. Чамурлиев // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 2. – С. 29-32.

Reference

1. Anoprienko, S.V. Vosproizvoditel'nye kachestva ovec volgogradskoj porody i puti ih sovershenstvovaniya: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.04; 06.02.02 / Anoprienko Sergej Vladimirovich. – Volgograd, 2007. – 22 s.
2. Gorlov, I.F. Metody povysheniya konkurentosposobnosti ovcevodcheskoj produkcii i uluchsheniya ee kachestva: rekomendacii / I.F. Gorlov, A.S. Filatov, S.V. Anoprienko. – Volgograd, 2009. – 19 s.
3. Gorlov, I.F. Metody povysheniya produktivnosti ovec volgogradskoj porody: rekomendacii / I.F. Gorlov, A.S. Filatov, S.V. Anoprienko, V.N. Kochtygov. – M.: Vestnik RASKHN, 2009. – 16 s.
4. Kosilov, V.I. Osobennosti izmeneniya gematologicheskikh pokazatelej molodnyaka ovec osnovnyh porod Yuzhnogo Urala pod vliyaniem pola, vozrasta i sezona goda / V.I. Kosilov, P.N. Shkilev, E.A. Nikonova, D.A. Andrienko // Sbornik nauchnyh trudov / VNIIOK. – 2013. – № 6-1. – S. 53-64.
5. Pogodaev, V.A. Hozyajstvenno-poleznye kachestva i biologicheskie osobennosti ovec, poluchennyh ot skreshchivaniya porod kalmyckaya kurdyuchnaya i dorper v usloviyah

- aridnoj zony Kalmykii / V.A. Pogodaev, N.V. Sergeeva, Yu.A. Yuldashbaev, A.I. Erohin, E.A. Karasev, T.A. Magomadov // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2019. – № 4. – S. 58-76.
6. Traisov, B.B. Gematologicheskie pokazateli myaso-sherstnyh ovec / B.B. Traisov, K.G. Esengaliev, A.K. Bozymova, V.I. Kosilov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 3. – S. 124-125.
7. Filatov, A.S. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie metodov povysheniya produktivnyh i vosproizvoditel'nyh kachestv proizvoditelej v plemennom ovcevodstve i skotovodstve: avtoref. dis. ... doktora s.-h. nauk: 06.02.04; 06.02.02 / Filatov Aleksandr Sergeevich. – p. Persianovskij, 2006. – 50 s.
8. Filatov, A.S. Plemennye i produktivnye kachestva ovec volgogradskoj porody / A.S. Filatov, S.V. Anoprienko // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2006. – № 1. – S. 23-26.
9. Filatov, A.S. Sostoyanie i perspektivy razvitiya ovcevodstva v Volgogradskoj oblasti / A.S. Filatov, N.G. Chamurlijev // Ovcy, kozy, sherstyanoe delo. – 2013. – № 2. – S. 29-32.

E-mail: niimmp@mail.ru; artem.mag7@mail.ru

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

УДК: 636.5.084

DOI: DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-57-64

**ВЛИЯНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ
НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

***INFLUENCE OF INNOVATIVE FEED ADDITIVE ON MEAT PRODUCTIVITY
AND QUALITATIVE INDICATORS OF BROILER CHICKENS MEAT***

Головин В.В., соискатель

Комарова З.Б., доктор сельскохозяйственных наук, доцент

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

Кротова О.Е., кандидат сельскохозяйственных наук

Воронина Т.В., соискатель

Golovin V.V., applicant

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

Slozhenkina M.I., doctor of biological sciences, professor, correspondent member of RAS

Krotova O.E., candidate of agricultural sciences

Voronina T.V., applicant

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

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

Несмотря на высокий рост объемов производства и решение комплекса проблем в промышленном птицеводстве, минеральное питание птиц, особенно в жаркий период го-

да, в регионе Нижнего Поволжья требует дополнительного изучения. Среди минеральных элементов, способствующих нормализации обменных процессов в организме птиц, выделяется калий, который участвует в регулировании кислотно-щелочного равновесия, поддержании осмотического давления внутри клеток. Ионы калия легко проникают через живые мембраны, легко адсорбируются и легко выводятся. Калий является основным внутриклеточным ионом, который возбуждает парасимпатический отдел вегетативной нервной системы, уменьшает возбудимость и проводимость сердечной мышцы. В статье представлены результаты исследований эффективности использования кормовой добавки «Калий хлористый», полученной в результате переработки сильвинитовой руды галургическим методом в условиях ПАО «Уралкалий», в рационах цыплят-бройлеров в период теплового стресса и её влияние на мясную продуктивность и качественные показатели мяса.

Установлено, что предубойная масса цыплят опытных групп превышала контрольные показатели на 7,53 (P<0,01) и 11,50% (P<0,001), масса потрошеной тушки – на 11,63 (P<0,01) и 17,06% (P<0,001), убойный выход – на 2,6 и 3,4%, выход грудных мышц – на 22,51 (P<0,05) и 31,79% (P<0,001). Наблюдалось увеличение содержания сухого вещества в опытных группах на 0,77 и 0,98% (P<0,05) в основном за счет увеличения уровня белка на 0,94 (P<0,05) и 1,15% (P<0,05) относительно контроля. Содержание золы в грудных мышцах контрольной группы резко снизилось, по всей вероятности, за счет снижения потребления корма и недостаточного поступления в организм минеральных веществ. Содержание золы в мясе цыплят опытных групп превышало контрольные показатели на 0,05 (P<0,05) и 0,06% (P<0,05).

Таким образом, изучаемая кормовая добавка способствовала нормализации потребления корма цыплятами опытных групп в условиях теплового стресса, в результате чего накопление минеральных элементов в грудных мышцах соответствовало нормативным показателям и значительно превышало контрольные значения.

Despite the high growth in production volumes and the solution of a complex of problems in industrial poultry farming, the mineral nutrition of birds, especially during the hot season in the Lower Volga region, requires additional study. Among the mineral elements that contribute to the normalization of metabolic processes in the body of birds, is potassium, which is involved in the regulation of acid-base balance, maintaining the osmotic pressure inside the cells. Potassium ions easily penetrate through living membranes are easily adsorbed and are easily excreted. Potassium is the main intracellular ion that excites the parasympathetic part of the autonomic nervous system, reduces the excitability and conduction of the heart muscle. The article presents the results of studies on the effectiveness of the use of the potassium chloride feed additive obtained by processing the sylvinit ore by the galurgic method in the conditions of PJSC «Uralkali» in the diets of broiler chickens during heat stress and its effect on meat productivity and meat quality indicators.

It was found that the pre-slaughter mass of chickens of the experimental groups exceeded the control indicators by 7.53 (P<0.01) and 11.50% (P<0.001), the mass of gutted carcasses – by 11.63 (P<0.01) and 17.06% (P<0.001), slaughter yield – by 2.6 and 3.4%, the output of pectoral muscles – by 22.51 (P<0.05) and 31.79% (P<0.001). There was an increase in the dry matter content in the experimental groups by 0.77 and 0.98% (P <0.05), mainly due to an increase in the protein level by 0.94 (P <0.05) and 1.15% (P <0.05) relative to control. The ash content in the pectoral muscles of the control group decreased sharply, in all likelihood due to a decrease in feed intake and insuffi-

cient intake of minerals. The ash content in the meat of chickens of the experimental groups exceeded the control values by 0.05 ($P < 0.05$) and 0.06% ($P < 0.05$).

Thus, the studied feed additive contributed to the normalization of feed intake by the chickens of the experimental groups under heat stress, as a result, the accumulation of mineral elements in the pectoral muscles corresponded to standard indicators and significantly exceeded the control values.

Ключевые слова: кормовая добавка, калий хлористый, тепловой стресс, цыплята-бройлеры, мясная продуктивность.

Key words: feed additive, potassium chloride, heat stress, broiler chickens, meat productivity.

Введение. Нарушение оптимальных параметров микроклимата в птичниках в промышленном птицеводстве возникает из-за экстремальных погодных явлений, характеризующихся высокими температурами в летний засушливый период года, особенно в условиях Нижнего Поволжья.

В условиях высоких температур тепло отдается в окружающую среду только путем испарения с поверхности тела и дыхательных путей. Если учесть, что птицы не имеют потовых желез, а потому очень ограниченное испарение воды с поверхности тела определяет преимущественное охлаждение испарением при дыхании, то трудности терморегуляции у птиц в условиях жаркого засушливого климата в промышленных хозяйствах со значительной концентрацией поголовья в помещениях становятся очевидной проблемой.

При содержании птицы в жарком климате необходимо увеличивать концентрацию минеральных веществ в рационе, включая хлорид натрия и калия, компенсируя этим пониженное потребление корма птицей [8, 10, 12].

В условиях повышенной температуры в помещении увеличение натрия и хлорида калия в рационе предотвращает падеж птиц, увеличивает потребление воды и при этом не повышает содержание влаги в фекалиях более 80% [7].

Среди электролитов, рекомендованных для смягчения негативного влияния летней гипертермии, определенную роль играет калий, который является одним из важнейших биогенных элементов, играющих в организме животного важную роль: участвует в регуляции кислотно-щелочного равновесия, в поддержании осмотического давления внутри клеток и в передаче нервных импульсов. Недостаток калия в организме птицы вызывает задержку роста, мышечную слабость, нарушение сердечной деятельности и функции почек [4, 9].

В продуктивный период лимит потребления корма устанавливается на основе потребности птицы в обменной энергии, по которой идет основная регуляция удовлетворимости аппетита. В летний жаркий период потребление корма существенно снижается, что делает наиболее лимитирующими многие минеральные вещества, в том числе кальций, калий, хлор (нарушение кислотно-щелочного баланса) [1, 5, 6, 11].

Несмотря на решение комплекса проблем в промышленном птицеводстве, целый ряд требует изучения и научных разработок, в том числе с учетом зональных особенностей, как, например, преодоление отрицательного влияния высоких летних температур или использование нетрадиционных кормовых средств в рационах птицы.

Материалы и методы. Исследования проводились на цыплятах-бройлерах кросса РОСС 308 в летний период года (июль-август) в условиях Нижнего Поволжья на базе научно-исследовательского центра ГК «МЕГАМИКС». Объектом исследований служила кормовая добавка «Калий хлористый» (ТУ 20.13.62-053-00203944-2018), полученная в результате переработки сильвинитовой руды галургическим методом в условиях ПАО «Уралкалий».

Целью исследований было изучить влияние новой кормовой добавки в рационах цыплят-бройлеров на их мясную продуктивность.

Для опыта были сформированы 3 группы суточных цыплят по 80 голов в каждой. Птица контрольной группы получала общехозяйственный рацион (ОР), I опытной – в составе премикса кормовую добавку «Калий хлористый» в количестве 0,1 %, II опытной – аналогичную кормовую добавку в количестве 0,3 % по массе корма.

Подопытная птица содержалась напольно, с использованием оборудования «Биг Дачмэн» (Германия). Кормление птиц осуществлялось сухими полноценными комбикормами, питательность которых на протяжении всего периода откорма соответствовала нормам ФНЦ «ВНИТИП» РАН с учетом фактической питательности сырья.

Продолжительность опыта – 35 дней. В конце откорма, после голодной выдержки были проведены контрольный убой и анатомическая разделка цыплят по 6 голов из каждой группы (3 курочки и 3 петушка).

Живую массу цыплят-бройлеров определяли по ГОСТ 18292-212 (Международный стандарт. Птица сельскохозяйственная для убоя.). Морфологический и сортовой состав тушек определяли после убоя и анатомической разделки согласно ГОСТ 31962-2013 «Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия».

Биохимический состав грудных мышц определяли по ГОСТ Р9793-74; ГОСТ 25011-81; ГОСТ 23042-2015; ГОСТ 31727-2012 (ISO 936, 1998); минеральный состав грудных мышц – методом инверсионной вольтамперометрии (ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ ИСО Р 5725-2002) и на атомно-адсорбционном спектрометре КВАНТ-2А (ГОСТ Р ИСО 5725-2002).

Результаты и обсуждение. Морфологический состав мяса является одним из критериев оценки мясной продуктивности цыплят-бройлеров, который в большей степени зависит от соотношения входящих в него тканей [2, 3].

Анализ показателей мясной продуктивности птиц свидетельствует о том, что предубойная масса цыплят контрольной группы оказалась ниже стандартных показателей кросса за счет снижения потребления корма в условиях температурного стресса (таблица 1).

В опытных группах изучаемая кормовая добавка способствовала снижению негативного влияния температурного стресса на организм птиц. Предубойная масса цыплят опытных групп превышала контрольные показатели на 141,6 и 216,3 г или 7,53 (P<0,01) и 11,50% (P<0,001), соответственно и масса потрошенной тушки оказалась выше на 11,63 (P<0,01) и 17,06% (P<0,001). Убойный выход в опытных группах составил 70,8 и 71,6%, что выше, чем в контрольной группе, на 2,6 и 3,4%. Как итог вышесказанного, выход грудных мышц в I опытной группе превышал контроль на 22,51 (P<0,05), во II опытной – на 31,79% (P<0,001), а отношение массы съедобных частей к несъедобным – на 0,25 и 0,36.

За счет плохой обмускуленности выход тушек 1 сорта в контрольной группе составил 55,7%, что ниже, чем в I опытной на 8,2%, во II опытной – на 10,0%.

Таблица 1 – Морфологический и сортовой состав тушек цыплят-бройлеров

Table 1 – Morphological and varietal composition of broiler carcasses

Показатели <i>Indicators</i>	Контрольная <i>Control</i>	I опытная <i>I experimental</i>	II опытная <i>II experimental</i>
Предубойная масса, г <i>Pre-slaughter mass, g</i>	1880,8±17,49	2022,4±18,63**	2097,1±17,95***
Масса потрошенной тушки, г <i>The mass of gutted carcass, g</i>	1282,7±16,49	1431,9±17,15**	1501,5±16,86***
Убойный выход, % <i>Slaughter yield, %</i>	68,2	70,8	71,6
Масса мышц, г <i>Muscle mass, g</i>	749,1±15,32	862,0±14,14**	914,4±13,67**
% (относительно потрошенной тушки) <i>% (regarding gutted carcass)</i>	58,4	60,2	60,9
в том числе грудные, г <i>including pectoralis, g</i>	243,5±8,93	298,3±9,05*	320,9±7,12**
% (относительно массы мышц) <i>% (relative to muscle mass)</i>	32,5	34,6	35,1
Масса съедобных частей, г <i>Mass of edible parts, g</i>	1132,2±18,03	1241,7±15,25*	1298,1±16,71**
% (относительно предубойной массы) <i>% (relative to slaughter mass)</i>	60,2	61,4	61,9
Масса несъедобных частей, г <i>Mass of inedible parts, g</i>	410,0±1,18	412,6±2,13	415,2±1,65
% (относительно предубойной массы) <i>% (relative to slaughter mass)</i>	21,8	20,4	19,8
Отношение массы съедобных частей к несъедобным <i>The ratio of the mass of edible parts to inedible</i>	2,76	3,01	3,12
Сортность мяса: <i>Meat quality:</i>			
1 сорт, % <i>1 quality, %</i>	55,7	63,9	65,7
2 сорт, % <i>2 quality, %</i>	44,3	36,1	34,3

Кормовая добавка «Калий хлористый» в составе комбикорма для цыплят-бройлеров опытных групп положительно повлияла на питательную ценность мяса (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав грудных мышц цыплят-бройлеров, %

Table 2 – The chemical composition of the pectoral muscles of broiler chickens, %

Показатели <i>Indicators</i>	Контрольная <i>Control</i>	I опытная <i>I experimental</i>	II опытная <i>II experimental</i>
Сухое вещество <i>Dry matter</i>	22,94±0,23	23,71±0,19	23,92±0,21*
Белок <i>Protein</i>	19,64±0,21	20,58±0,17*	20,79±0,22*
Жир <i>Fat</i>	2,34±0,17	2,12±0,11	2,11±0,14
Зола <i>Ash</i>	0,96±0,014	1,01±0,0011*	1,02±0,0013*

Наблюдалось увеличение содержания сухого вещества в опытных группах на 0,77 и 0,98% ($P < 0,05$) в основном за счет увеличения уровня белка на 0,94 ($P < 0,05$) и 1,15% ($P < 0,05$) относительно контроля. При этом установлено недостоверное снижение жира в опытных группах.

Содержание золы в грудных мышцах контрольной группы резко снизилось, по всей вероятности, за счет снижения потребления корма и недостаточного поступления в организм минеральных веществ. Содержание золы в мясе цыплят опытных групп превышало контрольные показатели на 0,05 ($P < 0,05$) и 0,06% ($P < 0,05$).

Минеральные вещества не участвуют в энергетическом обмене, но именно они управляют процессами обмена веществ, поддерживают физическую и химическую ценность клеток и тканей, особенно в период стрессов. В связи с этим мы изучили минеральный состав грудных мышц цыплят подопытных групп (таблица 3).

Таблица 3 – Минеральный состав грудных мышц бройлеров, мкг/г

Table 3 – The mineral composition of the pectoral muscles of broilers, mcg/g

Показатели <i>Indicators</i>	Контрольная <i>Control</i>	I опытная <i>I experimental</i>	II опытная <i>II experimental</i>
Кальций (Ca) <i>Calcium (Ca)</i>	110,4±2,29	118,7±2,11*	129,3±3,15**
Фосфор (F) <i>Phosphorus (F)</i>	6627,0±56,17	6962,0±69,21*	7208,0±72,49**
Калий (K) <i>Potassium (K)</i>	9734,0±93,21	10693,0±98,18**	11158,0±106,81***
Магний (Mg) <i>Magnesium (Mg)</i>	988,0±22,15	996,0±31,13	1015,0±25,69
Натрий (Na) <i>Sodium (Na)</i>	1162,0±19,62	1329,0±24,44**	1409,0±19,87***
Железо (Fe) <i>Iron (Fe)</i>	24,15±0,54	27,93±0,43**	32,62±0,59***
Медь (Cu) <i>Copper (Cu)</i>	1,16±0,09	1,23±0,07	1,27±0,08
Марганец (Mn) <i>Manganese (Mn)</i>	0,35±0,07	0,39±0,05	0,40±0,03
Цинк (Zn) <i>Zinc (Zn)</i>	20,19±0,49	22,16±0,52*	23,38±0,45**

Результаты исследований убедительно доказывают, что концентрация минеральных веществ в грудных мышцах бройлеров находилась в зависимости от их поступления с кормом. Как уже отмечалось, в связи с низким потреблением корма в мясе цыплят контрольной группы снизилось содержание золы, и соответственно уровень основных минеральных элементов оказался значительно ниже, чем в опытных.

Изучаемая кормовая добавка способствовала нормализации потребления корма цыплятами опытных групп в условиях теплового стресса, в результате чего накопление минеральных элементов в грудных мышцах соответствовало нормативным показателям и значительно превышало контрольные значения. Так, содержание кальция в грудных мышцах опытных групп оказалось выше контроля на 7,52 ($P < 0,05$) и 17,12% ($P < 0,01$), фосфора – на 5,06 ($P < 0,05$) и 8,77% ($P < 0,01$), калия – на 9,85 ($P < 0,01$) и 14,63% ($P < 0,001$), натрия – на 14,37 ($P < 0,01$) и 21,26% ($P < 0,001$), железа – на 15,65 ($P < 0,01$) и 35,07% ($P < 0,001$) и цинка – на 9,76 ($P < 0,05$) и 15,80% ($P < 0,01$) соответственно.

Заключение. Кормовую добавку «Калий хлористый» рекомендуется использовать для смягчения негативного влияния температурного стресса в комбикормах для цыплят-бройлеров в количестве 0,3%.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Библиографический список

1. Арьков, А.А. Бишофит и другие минеральные вещества в птицеводстве: монография / А.А. Арьков, И.Ф. Горлов, А.И. Беляев, М.М. Ковалев, М.А. Арьков, М.В. Струк. – Волгоград: Типография Химпром, 2002. – 180 с.
2. Головки, А.Н. Обмен минералов мышечной ткани цыплят под влиянием препарата «Факс-1» / А.Н. Головки // Птица и птицепродукты. – 2012. – № 1. – С. 29-30.
3. Горлов, И.Ф. Качество мяса цыплят-бройлеров при использовании в рационах кормовых добавок / И.Ф. Горлов, О.В. Чепрасова, В.В. Гамага // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2007. – № 5. – С. 83-84.
4. Епимахова, Е.Э. Внутренние органы цыплят-бройлеров при стартовой и финишной гипертермии / Е.Э. Епимахова, В.В. Михайленко, Т.С. Александрова, Д.В. Карягин // Зоотехния. – 2016. – № 6. – С. 23-25.
5. Комарова, З.Б. Особенности физиологического состояния кур-несушек при использовании современных кормовых добавок / З.Б. Комарова, Д.Н. Пилипенко, С.М. Иванов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 3 (23). – С. 107-111.
6. Ножник, Д.Н. Аспарагинаты (ОМЭК) в кормлении цыплят-бройлеров [Электронный ресурс] / Д.Н. Ножник, З.Б. Комарова, С.М. Иванов // Научный электронный журнал Куб ГАУ. – 2014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/80.pdf>.
7. Austic, R. Interaction of dietary calcium and chloride and the influence of monovalent minerals on eggshell quality / R. Austic, K. Keshavarz // Poultry Science. – 1988. – Vol. 67, Issue 5. – P. 750-759.
8. Gorlov, Ivan Fiodorovich. Aspartate-complexed minerals in feeding broiler chickens / Ivan Fiodorovich Gorlov, Zoya Borisovna Komarova, Dmitriy Nikolaevich Nozhnik, Elena Yurievna Zlobina and Ekaterina Vladimirovna Karpenko // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7. – № 5. – P. 2890-2898.
9. He, S. Effects of dietary betaine on growth performance, fat deposition and serum lipids in broilers subjected to chronic heat stress / S. He, S. Zhao, S. Dai, D. Liu, S.G. Bokhari // Animal Science Journal. – 2015. – Vol. 86, Issue 10. – P. 897-903.
10. Hill, R. Mineral and trace element requirements of poultry / R. Hill // Recent advances in animal nutrition, 1988. – P. 99-104.
11. Singh, A. Effects of supplementation of betaine hydrochloride on physiological performances of broilers exposed to thermal stress / A. Singh, T. Ghosh, D. Creswell, S. Halder // Open Access Anim. Physiol. – 2015. – Vol. 7. – P. 111-120.
12. Voeders, H. Feeding of layers in tropical climates / H. Voeders // Poultry Advisa. – 1988. – Vol. 21. – 4:33-35.

Reference

1. Ar'kov, A.A. Bishofit i drugie mineral'nye veshchestva v pticevodstve: monografiya / A.A. Ar'kov, I.F. Gorlov, A.I. Belyaev, M.M. Kovalev, M.A. Ar'kov, M.V. Struk. – Volgograd: Tipografiya Himprom, 2002. – 180 s.
2. Golovko, A.N. Obmen mineralov myshechnoj tkani cyplyat pod vliyaniem preparata «Faks-1» / A.N. Golovko // Ptica i pticeprodukty. – 2012. – № 1. – S. 29-30.
3. Gorlov, I.F. Kachestvo myasa cyplyat-brojlerov pri ispol'zovanii v racionah kormovyh dobavok / I.F. Gorlov, O.V. Cheprasova, V.V. Gamaga // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. – 2007. – № 5. – S. 83-84.
4. Epimahova, E.E. Vnutrennie organy cyplyat-brojlerov pri startovoj i finishnoj gipertermii / E.E. Epimahova, V.V. Mihajlenko, T.S. Aleksandrova, D.V. Karyagin // Zootekhnika. – 2016. – № 6. – S. 23-25.
5. Komarova, Z.B. Osobennosti fiziologicheskogo sostoyaniya kur-nesushek pri ispol'zovanii sovremennyh kormovyh dobavok / Z.B. Komarova, D.N. Pilipenko, S.M. Ivanov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2011. – № 3 (23). – S. 107-111.
6. Nozhnik, D.N. Asparaginaty (OMEK) v kormlenii cyplyat-brojlerov [Elektronnyj resurs] / D.N. Nozhnik, Z.B. Komarova, S.M. Ivanov // Nauchnyj elektronnyj zhurnal Kub GAU. – 2014. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/80.pdf>.
7. Austic, R. Interaction of dietary calcium and chloride and the influence of monovalent minerals on eggshell quality / R. Austic, K. Keshavarz // Poultry Science. – 1988. – Vol. 67, Issue 5. – P. 750-759.
8. Gorlov, Ivan Fiodorovich. Aspartate-complexed minerals in feeding broiler chickens / Ivan Fiodorovich Gorlov, Zoya Borisovna Komarova, Dmitriy Nikolaevich Nozhnik, Elena Yurievna Zlobina and Ekaterina Vladimirovna Karpenko // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7. – № 5. – P. 2890-2898.
9. He, S. Effects of dietary betaine on growth performance, fat deposition and serum lipids in broilers subjected to chronic heat stress / S. He, S. Zhao, S. Dai, D. Liu, S.G. Bokhari // Animal Science Journal. – 2015. – Vol. 86, Issue 10. – P. 897-903.
10. Hill, R. Mineral and trace element requirements of poultry / R. Hill // Recent advances in animal nutrition, 1988. – P. 99-104.
11. Singh, A. Effects of supplementation of betaine hydrochloride on physiological performances of broilers exposed to thermal stress / A. Singh, T. Ghosh, D. Creswell, S. Halder // Open Access Anim. Physiol. – 2015. – Vol. 7. – P. 111-120.
12. Voeders, H. Feeding of layers in tropical climates / H. Voeders // Poultry Advisa. – 1988. – Vol. 21. – 4:33-35.

E-mail: niimmp@mail.ru

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

УДК 637.3:637.12'639

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-65-73

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
СЫРА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ**

***IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES OF PRODUCTION
OF GOAT MILK WITH USE OF VEGETABLE INGREDIENTS***

Храмова В.Н., доктор биологических наук, профессор

Яковлева Т.Ю., магистрант

Храмова Я.И., соискатель

Короткова А.А., кандидат биологических наук, доцент

Божкова С.Е., кандидат биологических наук, доцент

Картушина Ю.Н., кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Hramova V.N., doctor of biological sciences, professor

Yakovleva T.Yu., master student

Hramova Ya.I., applicant

Korotkova A.A., candidate of biological sciences

Bozhkova S.E., candidate of biological sciences

Kartushina Yu.N., candidate of geological and mineralogical sciences, associate professor

Волгоградский государственный технический университет

Volgograd State Technical University

В статье проанализирована ситуация на рынке молочного сырья, выбрана оптимальная технология и рецептура для производства сыра из козьего молока с использованием растительных компонентов и произведен его опытный образец. В результате исследования было выявлено влияние вносимого растительного компонента (семян пажитника) на потребительские свойства мягкого сыра из козьего молока. При оценке органолептических показателей сыра было установлено, что консистенция сыра контрольной партии была однородная, нежная, пластичная, тогда как у сыра опытной партии – неоднородная (за счет добавления семян пажитника), мягкая и в меру плотная. Цвет сыра равномерный по массе, у контрольного образца сыра из козьего молока белый, а у опытного образца – белый, со светло-коричневыми вкраплениями. Полученные сыры обладали чистым приятным кисломолочным вкусом, а опытный образец ещё и с легким ореховым ароматом. Поверхность чистая, без корки, со следами перфорированной формы, слегка увлажненная. Проведенная дегустационная оценка показала, что наилучшими органолептическими показателями обладал образец опытной партии, набравший наибольший средний дегустационный балл – 5, что на 0,35 балла больше, чем у контрольного образца.

По данным физико-химических показателей можно сделать вывод, что массовая доля жира в опытном образце составила 31,83%, что выше на 0,66%, чем у контрольного образца

сыра, выработанного по традиционной рецептуре. Показатель массовой доли белка у опытного образца сыра увеличился на 1,17% по сравнению с контрольным образцом и был равен 17,67%.

Таким образом, добавление семян пажитника в рецептуру мягкого сыра из козьего молока позволило не только сбалансировать его химический состав, но и расширить ассортимент продуктов из козьего молока.

Сыр из козьего молока с добавлением растительных ингредиентов удовлетворяет суточную физиологическую потребность человека в белке, в расчете на одну порцию продукта, поскольку потребление белка превышает 20% от суточной нормы.

The article analyzes the situation on the dairy raw materials market, the optimal technology and formulation are selected for production, a prototype of goat cheese with the use of plant components is produced.

As a result of the study, the influence of the introduced plant component, fenugreek seeds, on the consumer properties of soft goat cheese was revealed. When evaluating the organoleptic characteristics of cheese, it was found that the consistency of the cheese in the control batch was uniform, soft, plastic, while the cheese in the experimental batch was heterogeneous, due to the addition of fenugreek seeds, soft and moderately dense. The color of the cheese is uniform in weight, the control sample of goat cheese is white, and the test sample is white with light brown spots. The resulting cheeses had a clean, pleasant sour-milk taste, an experienced sample with a light nutty flavor. The surface is clean, without crust, with traces of perforated shape, slightly moistened. The conducted tasting assessment showed that the sample of the experimental batch possessed the best organoleptic characteristics, which scored the highest average tasting score – 5, which is 0.35 points more than the control sample. According to the physicochemical parameters, it can be concluded that the mass fraction of fat of the test sample was 31.83%, which was 0.66% higher than that of the control cheese produced according to the traditional recipe. The mass fraction of protein in the experimental cheese sample increased by 1.17%, compared with the control sample, and was equal to 17.67%.

Thus, the addition of fenugreek seeds to the formulation of soft goat cheese made it possible not only to balance its chemical composition, but also to expand the assortment of goat milk products.

Goat cheese with the addition of herbal ingredients satisfies the daily physiological human need for protein, per one serving of the product, since protein intake exceeds 20% of the daily norm.

Ключевые слова: козье молоко, сыр, семена пажитника, органолептическая оценка, пищевая ценность.

Key words: goat milk, cheese, fenugreek seeds, organoleptic evaluation, nutritional value.

Введение. Вовлечение России в мировой рынок сельскохозяйственной продукции и изменившаяся экономическая ситуация на рынке продуктов внутри страны неизбежно ставят вопрос о путях развития отрасли молочного козоводства.

За последние годы в нашей стране с целью увеличения производства продуктов из козьего молока реализуются гранты на развитие фермерских хозяйств и семейных животноводческих ферм. Внедрение экспериментальных исследований в практику фермерских хозяйств, занимающихся разведением молочных коз, позволяет повысить их рентабельность за

счет увеличения производства и улучшения качества молока и способствует возрождению и дальнейшему развитию молочного козоводства на малых фермах Поволжья (Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://volgastat.gks.ru/> (дата обращения 29.07.2019 г.).

В России на сегодняшний день нет научно обоснованных технологий получения сыров из козьего молока. Специалисты зачастую определяют технологические параметры выработки методом подбора. Основная проблема низкого уровня развития производства продукции из козьего молока заключается в его небольших товарных объемах. На выход готового продукта методом кислотно-сычужного свертывания существенное влияние оказывает состав нормализованной смеси. Если при выработке сыра из козьего молока наблюдаются существенные потери сухих веществ, то при выработке из смеси коровьего и козьего потери значительно уменьшаются [4, 11].

Эффективное функционирование агропромышленного комплекса Волгоградской области является важнейшим условием устойчивого развития сельских территорий, укрепления продовольственной безопасности региона, повышения уровня занятости и доходов сельского населения, решения социальных проблем сельских жителей.

Увеличение производства козьего молока относится к важнейшим проблемам агропромышленного комплекса. В Волгоградской области разработана Концепция импортозамещения, предусматривающая развитие производства сельскохозяйственной продукции с целью повышения уровня обеспеченности населения области продукцией отечественного производства (Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://volgastat.gks.ru/> (дата обращения 29.07.2019 г.).

Козье молоко и продукты из козьего молока обладают уникальными диетическими свойствами и укрепляют иммунитет человека. Козье молоко гипоаллергенно, что особенно важно для людей, страдающих непереносимостью коровьего молока. Производство продуктов из козьего молока экономически оправдано [1].

Качество жизни людей напрямую зависит от степени доступности продовольствия на потребительском рынке. Сегодня все больше людей в нашей стране стараются вести здоровый образ жизни, заботятся о своем здоровье и здоровье своих близких. А здоровье, как известно, невозможно без правильного питания [8]. По данным опроса ВЦИОМ, 55% респондентов считают, что на качество жизни влияет качество продуктов питания. Все большей популярностью в наши дни пользуются продукты функционального питания. Они помогают поддерживать здоровье и работоспособность на должном уровне, предотвращают развитие многих заболеваний (Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://volgastat.gks.ru/> (дата обращения 29.07.2019 г.).

В связи с этим использование козьего молока в сочетании с растительными сырьевыми источниками может решить проблему обеспечения населения ценным, высококачественным белком и необходимыми витаминами.

Сыр легко усваивается в организме, при этом насыщая его огромным количеством полезных веществ [10]. Из минералов в сыре преобладают кальций, калий, железо, магний, фосфор, цинк и др. Витаминный состав весьма разнообразен, это и витамин А, и витамины группы В, витамины С, РР, Е и т.п. Имеются в сыре и аминокислоты, такие как лизин, триптофан, метионин [7]. Актуальность выбранной темы обуславливается устойчивой тенденцией

к повышению среди населения России людей, страдающих аллергией на коровье молоко, а значит и необходимостью разработки рецептуры и технологии производства продуктов питания функционального назначения, способных удовлетворять их потребностям и, в частности, расширение ассортимента мягких сыров из козьего молока [9].

Целью работы являлась разработка оптимальной технологии и рецептуры производства сыра из козьего молока с использованием растительного сырья – семян пажитника.

Семена пажитника содержат около 40% масла, около 20% белков и нулевое количество холестерина. Семена состоят из значительного количества клетчатки, антиоксидантов и витаминов С, В₂, в том числе широкого спектра жизненно важных минералов, таких как кальций, железо, калий, цинк и т.д. (Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://happiness-and-beauty.ru/semena-pajitnika-lechebnie-svoistva-i-protivopokazaniya.html>). Наиболее важным свойством семян пажитника является содержание некрахмалистых полисахаридов, которые способствуют снижению уровня холестерина в крови, а также связывают и выводят токсины из организма. За счёт высокого содержания клетчатки (в 100 граммах сконцентрировано 65% суточной нормы) быстрее приходит чувство насыщения. Благодаря наличию галактоманнана пажитник используется как стабилизатор, загуститель и желирующий агент при производстве [2]. Пажитник обладает ярким ароматом и часто используется в кулинарии. Семена пажитника имеют ромбическую форму, они мелкие, длиной около 4 мм. Пажитник придает сыру вкус и цвет ореха и пряную горчинку в послевкусии.

Таким образом, добавление семян пажитника в рецептуру мягкого сыра позволяет сбалансировать состав, что в свою очередь позволит повысить конкурентоспособность продукции.

Материалы и методы. Основные методы исследований молока и сыра: органолептический метод, титрометрический (определение титруемой кислотности), кислотный метод (определение массовой доли жира), метод Къельдаля (определение белка), термогравиметрический метод (определение влаги на приборе «Влагомер «Эвлас-2МЦ»»), метод разведения (определение молочнокислых бактерий), микробиологический метод (определение *Staphylococcus aureus*, бактерий рода *Salmonella*, бактерий группы кишечной палочки). Для статистической обработки экспериментальных данных применяли стандартные методы статистического анализа с применением программ Statistica 6.0.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры «Технология пищевых производств» Волгоградского государственного технического университета. При выработке образцов сыра использовалось молоко, полученное от коз зааненской породы ИП Глава КФХ Форопонов А.В. Октябрьского района Волгоградской области. Объектами исследований являлись образцы сыра из козьего молока.

Результаты и обсуждение. За основу производства сыра из козьего молока была взята рецептура мягкого сыра из коровьего молока. В традиционной рецептуре были выявлены такие недостатки, как несбалансированный состав и недостаток пищевых волокон, для решения этой проблемы в сыр добавили семена пажитника. Технологический процесс производства сыра включал основные стадии: приемка и подготовка сырья, внесение закваски и свертывание, перемешивание сырной массы с семенами пажитника, самопрессование, формование и упаковка продукта [3]. Технологическая схема производства мягкого сыра с добавлением семян пажитника представлена на рисунке 1.

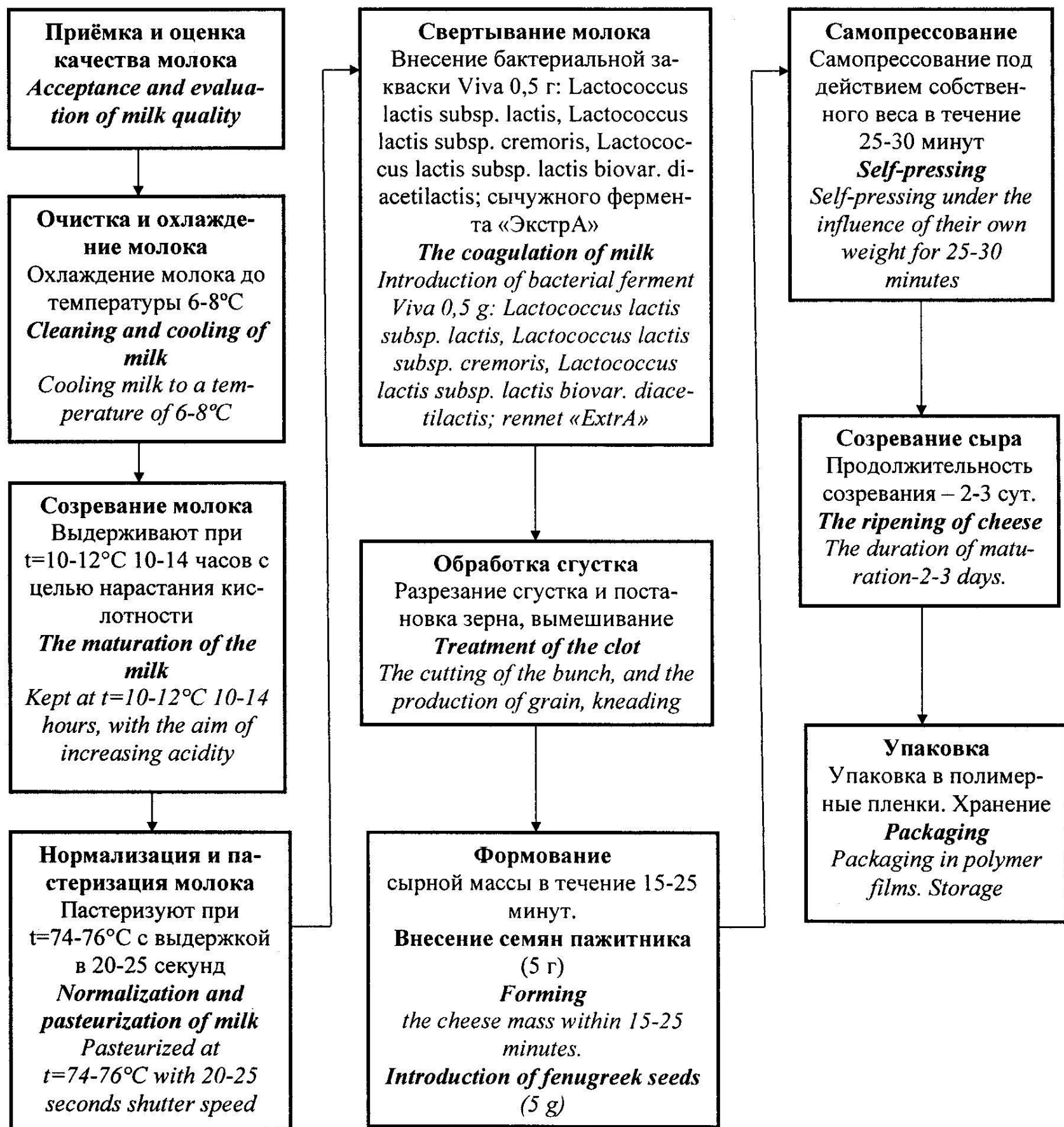


Рисунок 1 – Технология производства мягкого сыра из козьего молока с добавлением семян пажитника

Figure 1 – Technology of production of soft cheese from goat milk with fenugreek seeds

При производстве мягких сыров качеству сгустка уделяют особое внимание, в связи с этим должен осуществляться контроль за соблюдением технологических процессов на всех стадиях. Это обусловлено тем, что структурно-механические свойства сгустка выступают для данной группы сыров единственным фактором, обеспечивающим эффективность его обработки и формирования сырного зерна [5]. Перед применением пажитник промыли в чистой воде и прокалили в сушильном шкафу при 160°C. Важно, чтобы семена не изменили цвет, иначе они приобретут горький привкус.

Разработка рецептуры мягкого сыра из козьего молока с семенами пажитника осуществлялась с помощью предварительных лабораторных опытов по выработке сыра (Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Химия пищи». 260200.62 «Продукты питания животного происхождения», профиль «Технология молока и молочных продуктов»).

Для решения задачи по оптимизации рецептуры мягкого сыра из козьего молока в лаборатории кафедры «Технология пищевых производств» ВолгГТУ было произведено два образца: 1 – контрольный образец без семян пажитника; 2 – опытный образец с семенами пажитника в количестве 5 г на 100 г продукта. Результаты органолептической оценки образцов сыра представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептическая оценка мягкого сыра из козьего молока

Table 1 – Organoleptic evaluation of soft goat cheese

Показатели <i>Indicators</i>	Контрольный образец <i>Control sample</i>	Опытный образец <i>Experience sample</i>
Консистенция <i>Consistency</i>	Однородная, нежная, пластичная <i>Homogeneous, gentle, plastic</i>	Неоднородная, в меру плотная <i>Inhomogeneous, moderately dense</i>
Цвет <i>Colour</i>	Белый, равномерный <i>White, uniform</i>	Белый, со светло-коричневыми вкраплениями <i>White with light brown spots</i>
Вкус <i>Taste</i>	Чистый кисломолочный, соленый, кислый <i>Pure sour-milk, salty, sour</i>	Чистый кисломолочный, соленый, с легким ореховым привкусом <i>Pure sour-milk, salty, with a slight nutty flavor</i>
Запах <i>Smell</i>	Кисломолочный <i>Sour-milk</i>	Кисломолочный, ореховый <i>Sour-milk, nutty</i>
Внешний вид <i>Appearance</i>	Поверхность чистая, без корки, со следами перфорированной формы, слегка увлажненная <i>The surface is clean, without crust, with traces of perforated shape, slightly moistened.</i>	Поверхность чистая, без корки, со следами перфорированной формы, слегка увлажненная <i>The surface is clean, without crust, with traces of perforated shape, slightly moistened</i>

При оценке органолептических показателей сыра было установлено, что использование семян пажитника существенно не влияет на качество готового продукта. Консистенция сыра контрольной партии была однородная, нежная, пластичная, тогда как у сыра опытной партии – неоднородная (за счет добавления семян пажитника), мягкая и в меру плотная. Цвет сыра равномерный по массе, у контрольного образца сыра из козьего молока белый, а у опытного образца – белый, со светло-коричневыми вкраплениями. Полученные сыры обладали чистым приятным кисломолочным вкусом, у опытного образца вкус был с легким ореховым ароматом. У сыров не ощущался привкус козьего молока. Внешний вид: поверхность чистая, без корки, со следами перфорированной формы, слегка увлажненная. Проведенная дегустационная оценка показала, что наилучшими органолептическими показателями обладал образец опытной партии, набравший наибольший средний дегустационный балл – 5, что на 0,35 балла больше, чем у контрольного образца.

В условиях лаборатории кафедры «Технология пищевых производств» ВолгГТУ были проведены исследования качественных и количественных показателей произведенных образцов мягких сыров из козьего молока (ФЗ № 88 «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» от 12 июня 2008 г.; ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье, сырое. Технические условия»). Результаты исследований физико-химических показателей образцов сыра представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества образцов сыра
 Table 2 – Physico-chemical quality indicators of cheese samples

Наименование показателя <i>Name of indicator</i>	Требование стандарта <i>Standard requirement</i>	Исследуемые образцы сыра <i>Cheese samples</i>	
		контрольный <i>control</i>	опытный <i>experience</i>
Массовая доля влаги, % <i>Mass fraction of moisture, %</i>	не более 52,0	50,03±0,03	48,30±0,33
Массовая доля жира, % <i>Mass fraction of fat, %</i>	не менее 30,0	31,17±0,73	31,83±0,44
Массовая доля белка, % <i>Mass fraction of protein, %</i>	не менее 16,0	16,50±0,29	17,67±0,45
Массовая доля соли, % <i>Mass fraction of salt, %</i>	2,0-3,0	2,30±0,12	2,20±0,06

К изучаемым показателям этой группы были отнесены: массовая доля влаги, массовая доля жира в сухом веществе, а также содержание поваренной соли. Анализируя таблицу физико-химических показателей качества образцов сыров, взятых для исследования, отмечали, что показатель массовой доли влаги у всех образцов не превышал 52% и был ниже на 1,73% у опытного образца сыра, чем у контрольного образца. Массовая доля жира в опытном образце составила 31,83%, что было выше на 0,66%, чем у контрольного образца. Показатель массовой доли белка у опытного образца сыра увеличился на 1,17% по сравнению с контрольным образцом и был равен 17,67%. Массовая доля соли колебалась в пределах от 2,2 до 2,3%.

Для оценки биологической ценности образцов нами был произведен расчет пищевой и биологической ценности мягкого сыра из козьего молока.

Таблица 3 – Пищевая и биологическая ценность продукта
 Table 3 – Nutritional and biological value of the product

Наименование показателя <i>Name of indicator</i>	Исследуемые образцы сыра <i>Cheese samples</i>	
	контрольный <i>control</i>	опытный <i>experience</i>
Пищевая ценность, ккал <i>Nutritional value, kcal</i>	346,53±0,50	357,15±0,58
Биологическая ценность, ккал <i>Biological value, kcal</i>	339,80±0,58	353,58±0,88

При оценке энергетической ценности сыра было установлено, что использование семян пажитника существенно не влияет на качество готового продукта, однако у опытного образца калорийность выше на 3,06%.

Сыр из козьего молока, обогащенный семенами пажитника, содержит 17,67 г белка на 100 г продукта.

Количество восполняемого белка одной порцией полученного продукта рассчитали по формуле:

$$B_B = \frac{B_{\Pi} \cdot 100}{\Phi\Pi},$$

где: B_B – восполняемый белок, %;

B_{Π} – содержание белка в продукте, г;

$\Phi\Pi$ – физиологическая потребность, г.

Для мужчин (среднее значение):

$$B_B = \frac{17,67 \cdot 100}{91} = 19,42\%.$$

Для женщин (среднее значение):

$$B_B = \frac{17,67 \cdot 100}{72,5} = 24,37\%.$$

Из данного расчета видно, что количество восполняемого белка одной порцией продукта для сыра из козьего молока с добавлением семян пажитника составило: для мужчин – 19,42%, для женщин – 24,37%.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование семян пажитника позволяет расширить ассортимент продуктов из козьего молока. Сыр из козьего молока с добавлением растительных ингредиентов удовлетворяет суточную физиологическую потребность человека в белке, в расчете на одну порцию продукта, поскольку потребление белка превышает 20% от суточной нормы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Библиографический список

1. Гарьянова, В.А. Эффективность применения нута и топинамбура в технологии изготовления мягких сыров из козьего молока / В.А. Гарьянова, Н.И. Мосолова, И.Ф. Горлов // Пищевая промышленность. – 2015. – № 7. – С. 24-27.
2. Кароматов, И.Д. Место цикория в фитотерапии / И.Д. Кароматов, М.М. Мамадкулова // Биология и интегративная медицина. – 2017 – № 10 (ноябрь). – С. 61-63.
3. Карпеня, М.М. Технология производства молока и молочных продуктов: учеб. пособие / М.М. Карпеня, В.И. Шляхтунов, В.Н. Подрез. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. – С. 15-16.
4. Майоров, А.А. Проблемы классификации сыров в товароведении / А.А. Майоров // Сыроделие и маслоделие. – 2015. – № 5. – С. 20.
5. Свириденко, Г.М. Требования к сырному молоку для сыроделия / Г.М. Свириденко, В.А. Мордвинова // Сыроделие и маслоделие. – 2015. – № 3. – С. 12-14.
6. Суюнчев, О.А. Использование козьего молока в сыроделии / О.А. Суюнчев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 10. – С. 5.
7. Чечеткина, А.Ю. Мягкий сыр из смеси коровьего и козьего молока с добавлением муки нута / А.Ю. Чечеткина, Л.А. Забодалова // Сыроделие и маслоделие. – 2018. – № 3. – С. 30-32.
8. Fassina, P. Importance of cheese whey processing: supplements for sports activities / P. Fassina, G.Q. Nunes, F.S. Adami // Polish Journal of food and nutrition sciences. – 2019. – № 1. – P. 83-99.
9. Gassi, J.-Y. Soft goats' cheese enriched with polyunsaturated fatty acids by dietary supplementation: Manufacture, physicochemical and sensory characterisation / J.-Y. Gassi, M. Thève, E. Beaucher, F. Gaucheron, C. Lopez [et al.] // Dairy Science and Technology. – 2012. – Vol. 92 (5). – P. 569-591.

10. Kim Ha, J. Contributions of Cow, Sheep, and Goat Milks to Characterizing Branched-Chain Fatty Acid and Phenolic Flavors in Varietal Cheeses / J. Kim Ha, R.C. Lindsay // *Journal of Dairy Science*. – 1991. – Vol. 74 (10). – P. 3267-3274.
11. Pappa, E.C. Microbial quality of and biochemical changes in fresh soft, acid-curd Xinotyri cheese made from raw or pasteurized goat's milk / E.C. Pappa, T.G. Bontinis, M. Tasioula-Margari, J. Samelis // *Food Technology and Biotechnology*. – 2017. – Vol. 55 (4). – P. 496-510.

Reference

1. Gar'yanova, V.A. Effektivnost' primeneniya nuta i topinambura v tekhnologii izgotovleniya myagkih syrov iz koz'ego moloka / V.A. Gar'yanova, N.I. Mosolova, I.F. Gorlov // *Pishchevaya promyshlennost'*. – 2015. – № 7. – S. 24-27.
2. Karomatov, I.D. Mesto cikoriya v fitoterapii / I.D. Karomatov, M.M. Mamadkulova // *Biologiya i integrativnaya medicina*. – 2017 – № 10 (noyabr'). – S. 61-63.
3. Karpenya, M.M. Tekhnologiya proizvodstva moloka i molochnyh produktov: ucheb. posobie / M.M. Karpenya, V.I. Shlyahtunov, V.N. Podrez. – Minsk: Novoe znanie; M.: INFRA-M, 2015. – S. 15-16.
4. Majorov, A.A. Problemy klassifikatsii syrov v tovarovedenii / A.A. Majorov // *Syrodelie i maslodelie*. – 2015. – № 5. – S. 20.
5. Sviridenko, G.M. Trebovaniya k syromu moloku dlya syrodeliya / G.M. Sviridenko, V.A. Mordvinova // *Syrodelie i maslodelie*. – 2015. – № 3. – S. 12-14.
6. Suyunchev, O.A. Ispol'zovanie koz'ego moloka v syrodelii / O.A. Suyunchev // *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*. – 2006. – № 10. – S. 5.
7. Chechetkina, A.Yu. Myagkij syr iz smesi korov'ego i koz'ego moloka s dobavleniem muki nuta / A.Yu. Chechetkina, L.A. Zabodalova // *Syrodelie i maslodelie*. – 2018. – № 3. – S. 30-32.
8. Fassina, P. Importance of cheese whey processing: supplements for sports activities / P. Fassina, G.Q. Nunes, F.S. Adami // *Polish Journal of food and nutrition sciences*. – 2019. – № 1. – P. 83-99.
9. Gassi, J.-Y. Soft goats' cheese enriched with polyunsaturated fatty acids by dietary supplementation: Manufacture, physicochemical and sensory characterisation / J.-Y. Gassi, M. Thève, E. Beaucher, F. Gaucheron, C. Lopez [et al.] // *Dairy Science and Technology*. – 2012. – Vol. 92 (5). – P. 569-591.
10. Kim Ha, J. Contributions of Cow, Sheep, and Goat Milks to Characterizing Branched-Chain Fatty Acid and Phenolic Flavors in Varietal Cheeses / J. Kim Ha, R.C. Lindsay // *Journal of Dairy Science*. – 1991. – Vol. 74 (10). – P. 3267-3274.
11. Pappa, E.C. Microbial quality of and biochemical changes in fresh soft, acid-curd Xinotyri cheese made from raw or pasteurized goat's milk / E.C. Pappa, T.G. Bontinis, M. Tasioula-Margari, J. Samelis // *Food Technology and Biotechnology*. – 2017. – Vol. 55 (4). – P. 496-510.

E-mail: tpp@vstu.ru

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

УДК 664.38

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-74-81

СПОСОБ ИНАКТИВАЦИИ АНТИПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
В БОБОВЫХ КУЛЬТУРАХ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ
СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПИТАНИЯ

METHOD OF INACTIVATION OF ANTI-NUTRIENTS IN LEGUMES
INTENDED FOR SOCIALLY-ORIENTED NUTRITION

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

Семенова И.А., кандидат биологических наук

Суркова С.А., старший научный сотрудник

Бармина Т.Н., старший научный сотрудник

Княжеченко О.А., младший научный сотрудник

Мосолов А.А., доктор биологических наук

Gorlov I.F., doctor of agricultural sciences, professor, academician of the RAS

Semenova I.A., candidate of biological sciences

Surkova S.A., senior researcher

Barmina T.N., senior researcher

Knyazhechenko O.A., junior researcher

Mosolov A.A., doctor of biological sciences

Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции

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

В современных условиях вследствие принятия Правительством РФ государственных программ по активному привлечению к занятиям спортом широких слоев населения динамическое развитие получило такое направление пищевой индустрии, как спортивное питание, одним из основных ингредиентов которого являются высокобелковые продукты. Наибольший интерес из них представляют белки гороха. В связи с тем, что горох не входит в список основных аллергенов и продуктов, имеющих противопоказания, практически не содержит жиров и холестерина, но при этом содержит большое количество заменимых и незаменимых аминокислот, таких как аргинин, лизин, лейцин, глутаминовая кислота, его можно использовать в социально-ориентированных функциональных продуктах. Вместе с тем в горохе содержатся антипитательные вещества, снижающие его пищевую ценность. Целью представленной работы является разработка способа инактивации антипитательных веществ в горохе, предназначенном для социально-ориентированного питания, в том числе спортивного. Для решения поставленной цели были выделены следующие задачи: определить целесообразность предварительного замачивания зерен гороха в водном растворе пищевой добавки «Глималаск», установить содержание антипитательных веществ и аминокислот в зернах гороха до и после экструдирования и предварительного замачивания, оценить влияние предложенного способа инактивации антипитательных веществ в бобовых культурах на возмож-

ность их использования при разработке технологии продуктов социально-ориентированного питания. Установлено снижение концентрации фитиновой кислоты и активности ингибиторов трипсина и химотрипсина. Наилучший результат инактивации антипитательных веществ был получен при экструдировании зерна гороха с предварительным замачиванием его в водном растворе пищевой добавки «Глималаск». Предложенный способ инактивации антипитательных веществ позволяет получить продукт с минимальным их содержанием, который может быть использован при разработке технологии продуктов социально-ориентированного питания, в том числе спортивного назначения.

In modern conditions, as a result of the government adopting government programs to actively engage large segments of the population in sports, the food industry has developed dynamically such as sports nutrition, one of the main ingredients of which is high-protein products. The greatest interest of them are pea proteins. However, the peas contain anti-nutritional substances that reduce its nutritional value. The aim of the presented work is to develop a method for the inactivation of anti-nutrients in peas intended for socially-oriented nutrition, including sports. To solve this goal, the following tasks were highlighted: to determine the feasibility of pre-soaking pea grains in an aqueous solution of the Glimalask food additive, to determine the content of anti-nutritional substances and amino acids in pea grains before and after extrusion and pre-soaking, to evaluate the effect of the proposed method of inactivating anti-nutritional substances in legumes crops on the possibility of their use in the development of technology products of socially-oriented nutrition. The best method of inactivation of anti-nutritional substances allows to obtain a product with a minimum of their content, which can be used in the development of technology products of socially-oriented nutrition, including sports purposes. This work presents research materials on the inactivation of anti-nutritional substances in legumes pea shelling varieties Ramon 77, growing in the Volgograd region, characterized by high yield and undemanding to the soil, which proteins are of interest, as containing a large number of essential and non-replaceable amino acids, such as arginine, lysine, leucine, glutamic acid. Peas contain almost no fat and cholesterol, and are not included in the list of major allergens and products that have contraindications, which allows it to be used in socially-oriented functional products. Conducted research on the content of anti-nutrients, amino acids in the original and experimental samples of peas. A decrease in the concentration of phytic acid and the activity of trypsin and chymotrypsin inhibitors has been established. The best result of the inactivation of anti-nutritional substances was obtained by extruding the pea grain with its preliminary soaking in an aqueous solution of the food additive «Glimalask». The proposed method of inactivating anti-nutritional substances allows to obtain a product with minimal content, which can be used in the development of technology for socially-oriented food products, including sports.

Ключевые слова: горох, ингибиторы трипсина, фитиновая кислота, экструзионная обработка, биологическая ценность.

Key words: peas, trypsin inhibitors, phytic acid, extrusion treatment, biological value.

Введение. В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности РФ, все больший интерес вызывают продукты социально-ориентированного питания. Особенностью такого питания является его соответствие по составу физиологическим потребностям организма человека с учетом возраста, физиологического состояния и нагрузок, условий окружающей среды [5].

В ассортиментную линейку входят группы продуктов для питания беременных и кормящих женщин, геродиетического и спортивного назначения. Спортивное питание представляет собой группу функциональных продуктов, которые предназначены для людей, ведущих активный образ жизни, занимающихся спортом как на любительском, так и профессиональном уровне.

В настоящее время вследствие принятия Правительством РФ государственных программ по активному привлечению к занятиям спортом широких слоев населения это направление пищевой индустрии получило динамическое развитие.

Одним из основных ингредиентов спортивного питания являются высокобелковые продукты (изоляты, концентраты сои, гороха, белки молочной сыворотки и т.д.) [3]. Наибольший интерес представляют белки гороха, так как содержат большое количество заменимых и незаменимых аминокислот, таких как аргинин, лизин, лейцин, глутаминовая кислота [4]. Аргинин играет важную роль в реализации потенциала мышц, способствует активации гормона роста, участвует в синтезе креатина, в процессе образования окиси азота, играет существенную роль в обменных процессах организма человека. Горох практически не содержит жиров и холестерина, что снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, а также не входит в список основных аллергенов и продуктов, имеющих противопоказания, что позволяет использовать его в качестве безаллергенного источника белка [9, 14]. Однако, как и все бобовые культуры, горох содержит антипитательные вещества, которые снижают его пищевую ценность и вызывают пищеварительный дискомфорт.

Основными антипитательными веществами являются ингибиторы протеиназ, характерной их особенностью является то, что с ферментами, расщепляющими белки, они образуют устойчивые соединения, лишенные ферментативной активности [6, 11]. Как отмечают ряд ученых [1, 7, 10], особенностью многих ингибиторов является наличие в их химическом составе аминокислоты цистина, имеющей в своем составе дисульфидные связи. Именно они придают структурную жесткость молекулам ингибиторов и обуславливают их устойчивость к протеолитическому расщеплению, воздействию температуры, обработке щелочами, солями, кислотами [13, 15].

Для устранения антинутрициальных факторов необходимо применять технологические способы с целью их разрушения, а также различные физические и химические способы воздействия: обработку химическими соединениями, механическое измельчение, температурную обработку – нагрев инфракрасным излучением, СВЧ-токами и др. [8, 12, 16]. Однако различные способы обработки не всегда эффективны, так как значительная часть ингибиторов пищевых ферментов остается в растительном сырье.

В связи с этим разработка способа инактивации антипитательных веществ в горохе, предназначенном для социально-ориентированного питания, в том числе спортивного, представляет научный и практический интерес.

Материалы и методы. Объектом исследования являлся горох луцильный сорта Рамонский 77, произрастающий в Волгоградской области, отличающийся высокоурожайностью и нетребовательностью к почве.

Научные исследования проводились в аккредитованной лаборатории ООО «Городищенская испытательная лаборатория» и комплексной аналитической лаборатории ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции».

Анализ биохимических исследований проводился по общепринятым методикам. Исследования аминокислотного состава гороха проводились по ГОСТ Р 55569-2013 при помощи

системы капиллярного электрофореза «Капель 105 М». Активность ингибиторов трипсина определяли по методу Бенкина И.И. (1982), концентрацию фитиновой кислоты – методом непрямого количественного анализа фитатов в пищевых продуктах. Метод основан на экстракции фитатов 2,4% раствором HCl с последующим центрифугированием полученной суспензии и пропусканием через анионообменную колонку, где фитаты элюируются раствором NaCl. Полученный элюат используется для определения фитатов спектрофотометрическим способом.

Достоверность результатов исследований обеспечена трехкратной повторностью опыта и обработкой экспериментальных данных методом математической статистики.

Результаты и обсуждение. Известны различные способы обработки бобовых культур с целью снижения антипитательных веществ: замачивание, проращивание, тепловая обработка.

Наиболее перспективным является экструдирование зерен гороха, так как при кратковременной тепловой обработке белок не успевает коагулировать, а аминокислоты – разрушаться.

Нами предложен новый способ инактивации антипитательных веществ зерен гороха, заключающийся в предварительном замачивании зерен гороха в водном растворе пищевой добавки «Глималаск» (состоящей из органических кислот: аминокислотной, яблочной, аскорбиновой) при pH 5,0-5,2 и температуре $32 \pm 2^\circ\text{C}$, экспозиция – 4 часа. Раствор кислот более активно гидратирует белки с низкой молекулярной массой, имеющие ферментную природу – альбумины. В белках гороха они составляют 10-11%. Происходит деструкция клеточных стенок зерна и активная гидратация антипитательных веществ [4].

Заключительным этапом является экструдирование зерен гороха, способствующее дальнейшей инактивации антипитательных веществ (ингибиторов трипсина и химотрипсина), а также улучшению пищевой ценности за счет увеличения концентрации аминокислот протеина гороха [2].

Эффективность предлагаемого способа определяли по концентрации фитиновой кислоты и по активности ингибиторов трипсина, наиболее стойких к инактивации, поэтому снижение их активности свидетельствует о деструкции остальных антипитательных веществ (лектины, гликозиды, рафиноза, стехноза и др.). Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание антипитательных веществ в зернах гороха
Table 1 – Content of anti-nutrient substances in pea grains

Наименование образца <i>The name of the sample</i>	Антипитательные вещества <i>Anti-nutrients</i>		
	ТИА, мг/г <i>Activity of trypsin inhibitors, mg/g</i>	ХИА, мг/г <i>Activity of chymotrypsin inhibitors, mg/g</i>	Фитиновая кислота, % <i>Phytic acid, %</i>
Образец № 1 – исходное зерно гороха <i>Sample No. 1 – the original grain of peas</i>	2,47±0,012	2,49±0,011	1,32
Образец № 2 – экструдированное зерно гороха <i>Sample No. 2 – extruded pea grain</i>	0,30±0,005	0,34±0,006	0,78
Образец № 3 – экструдированное зерно гороха с предварительным замачиванием в водном растворе пищевой добавки «Глималаск» <i>Sample No. 3 – extruded pea grain with preliminary soaking in an aqueous solution of the food supplement «Glimalask»</i>	0,21±0,001	0,25±0,001	0,06

Активность ингибиторов трипсина (ТИА) в образцах № 2 и № 3 по сравнению с образцом № 1 уменьшилась на 87,8 и 86,3% соответственно, химотрипсина (ХИА) – на 91,5 и 90,0% соответственно.

Концентрация фитиновой кислоты в образцах № 2 и № 3 уменьшилась соответственно в 1,7 и 22 раза по сравнению с образцом № 1.

Достоверно доказано, что образец № 3 имеет лучшие результаты по снижению содержания антипитательных веществ, особенно фитиновой кислоты, которая нейтрализуется фитазами, активизирующимися под воздействием кислой среды.

В процессе исследований был изучен аминокислотный состав образца исходного зерна гороха и экструдированного зерна гороха с предварительным замачиванием в водном растворе пищевой добавки «Глималаск» (таблица 2).

Таблица 2 – Аминокислотный состав зерна гороха
Table 2 – Amino Acid composition of pea grains

Аминокислоты	Образец № 1 (исходные зерна гороха), г/100 г белка <i>Sample No. 1</i> (<i>the original grain of peas</i>), g/100g protein	Образец № 3 (экструдированные зерна гороха с предвари- тельным замачиванием), г/100 г белка <i>Sample No. 3</i> (<i>extruded pea grains with preliminary soaking</i>), g/100g protein
Аспаргиновая <i>Aspartic</i>	13,43±0,010	15,90±0,060
Треонин <i>Threonine</i>	4,14±0,007	4,15±0,008
Серин <i>Serine</i>	5,10±0,010	5,73±0,009
Глутаминовая <i>Glutamic</i>	18,07±0,006	21,72±0,012
Пролин <i>Proline</i>	4,04±0,006	4,54±0,003
Глицин <i>Glycine</i>	4,07±0,008	5,84±0,009
Аланин <i>Alanine</i>	5,41±0,010	6,32±0,010
Цистин <i>Cystine</i>	0,74±0,002	0,86±0,004
Валин <i>Valine</i>	3,83±0,009	4,40±0,010
Метионин <i>Methionine</i>	0,96±0,001	1,16±0,001
Изолейцин <i>Isoleucine</i>	3,62±0,012	4,21±0,009
Лейцин <i>Leucine</i>	6,52±0,016	7,63±0,012
Тирозин <i>Tyrosine</i>	2,71±0,004	4,27±0,008
Фенилаланин <i>Phenylalanine</i>	4,62±0,010	5,21±0,010
Гистидин <i>Histidine</i>	1,19±0,004	2,20±0,003
Лизин <i>Lysine</i>	7,09±0,016	8,45±0,010
Аргинин <i>Arginine</i>	7,50±0,012	9,72±0,012
Триптофан <i>Tryptophan</i>	0,92±0,001	1,16±0,005

Как следует из показателей таблицы 2, содержание аминокислот в образце № 3 увеличилось по сравнению с исходным образцом. Так, например, содержание аргинина увеличилось на 30%, глицина – на 43%, метионина – на 20%, что очень важно при использовании экструдата гороха в производстве продуктов спортивного назначения, так как креатин (важное для спортсменов вещество) может синтезироваться организмом самостоятельно из трех аминокислот: глицина, аргинина и метионина. Креатин участвует в энергообмене в мышцах и нервных клетках и важен для придания сил и выносливости спортсмену.

Заключение. Предложенный способ инактивации антипитательных веществ в бобовых культурах позволяет получить инновационный продукт, который может быть использован при разработке технологии продуктов социально-ориентированного питания с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Библиографический список

1. Алёшин, В.Н. Влияние органических кислот на антипитательные вещества семян сои и клеверины / В.Н. Алёшин, Г.А. Купин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 11. – С. 28-30.
2. Афанасьев, В. Производство протеиновых концентратов на основе зернобобовых культур / В. Афанасьев, А. Остриков // Комбикорма. – 2018. – № 5. – С. 30-36.
3. Гагарина, И.Н. Инновационный подход к применению белковых компонентов в биотехнологии / И.Н. Гагарина, Н.Е. Павловская // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2008. – № 1 (10). – С. 36-38.
4. Горлов, И.Ф. Новый метод снижения содержания антипитательных веществ в бобовых культурах / И.Ф. Горлов, И.А. Семенова, А.А. Мосолов, А.Б. Сложенкин, П.С. Андреев-Чадаев, А.Л. Алексеев // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 3. – С. 71-73.
5. Жаринов, А.И. Современные тренды ассортимента мясопродуктов. Специализированное питание / А.И. Жаринов, М.В. Молочников, А.С. Дыдыкин // Мясная индустрия. – 2016. – № 9. – С. 14-17.
6. Курчаева, Е.Е. Изучение процесса снижения антипитательных веществ в семенах бобовых / Е.Е. Курчаева, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова // Агроэкологический вестник: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году экологии в России. 27-28 февраля 2017 г. – Воронеж, 2017. – С. 132-137.
7. Петибская, В.С. Ингибиторы протеолитических ферментов / В.С. Петибская // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1999. – № 5-6 (252-253). – С. 6-10.
8. Русакова, Г.Г. Технология и технические средства переработки семян горчицы для извлечения из них антипитательных веществ / Г.Г. Русакова, А.В. Демьянов, С.В. Павлова // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 22. – С. 47-49.
9. Туниева, Е.К. Продукты переработки гороха – альтернатива соевым белкам / Е.К. Туниева // Мясная индустрия. – 2015. – № 5. – С. 22-23.

10. Цугленок, Н.В. Результаты исследований по инактивации антипитательных веществ в сое / Н.В. Цугленок, В.В. Матюшев, Г.И. Цугленок, А.И. Хохлова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5 (68). – С. 394-397.
11. Шувалов, А.М. Перспективы применения, комбинированного электронагрева зерна сои для удаления антипитательных веществ / А.М. Шувалов, Д.С. Чернов, А.Н. Машков, В.Ф. Калинин // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – № 3 (16). – С. 75-77.
12. Arribas, C. The impact of extrusion on the nutritional composition, dietary fiber and in vitro digestibility of gluten-free snacks based on rice, pea and carob flour blends / C. Arribas, B. Cabellos, C. Sanchez [et al.] // Food & Function. – 2017. – Vol. 8. – № 10. – P. 3654-3663.
13. Chougule, Mahavir B. Anti-nutritional Factors / Mahavir B. Chougule // Pharmacological assays of plant-based natural products. – 2016. – Vol. 71. – P. 43-47.
14. Denise, De-Paula C. Nutritional characterization and determination of phytic acid as an anti-nutritional factor of cowpea beans / De-Paula C. Denise, S. Jarma-Arroyo, H. Aramendiz-Tatis // Agronomia mesoamericana. – 2018. – Vol. 29. – P. 29-40.
15. Gao, Yang. Defibrillated Celluloses via Dual Twin-Screw Extrusion and Microwave Hydrothermal Treatment of Spent Pea Biomass / Yang Gao, Hao Xia, Allyn P. Sulaeman // ACS sustainable chemistry & engineering. – 2019. – Vol. 7. – № 13. – P. 11861-11871.
16. Li, Janguang. Inactivation of soybean trypsin inhibitor by dielectric-barrier discharge (DBD) plasma / Janguang Li, Qisen Xiang, Xiufang Liu // Food chemistry. – 2017. – Vol. 232. – P. 515-522.

Reference

1. Alyoshin, V.N. Vliyanie organicheskikh kislot na antipitatel'nye veshchestva semyan soi i kleshcheviny / V.N. Alyoshin, G.A. Kupin // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya. – 2015. – № 11. – S. 28-30.
2. Afanas'ev, V. Proizvodstvo proteinovykh koncentratov na osnove zernobobovykh kul'tur / V. Afanas'ev, A. Ostrikov // Kombikorma. – 2018. – № 5. – S. 30-36.
3. Gagarina, I.N. Innovacionnyj podhod k primeneniyu belkovykh komponentov v biotekhnologii / I.N. Gagarina, N.E. Pavlovskaya // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – № 1 (10). – S. 36-38.
4. Gorlov, I.F. Novyj metod snizheniya sodержaniya antipitatel'nykh veshchestv v bobovykh kul'turah / I.F. Gorlov, I.A. Semenova, A.A. Mosolov, A.B. Slozhenkin, P.S. Andreev-Chadaev, A.L. Alekseev // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2018. – № 3. – S. 71-73.
5. Zharinov, A.I. Sovremennye trendy assortimenta myasoproduktov. Specializirovannoe pitanie / A.I. Zharinov, M.V. Molochnikov, A.S. Dydykin // Myasnaya industriya. – 2016. – № 9. – S. 14-17.
6. Kurchaeva, E.E. Izuchenie processa snizheniya antipitatel'nykh veshchestv v semenah bobovykh / E.E. Kurchaeva, S.N. Chernyaeva, Yu.A. Safonova // Agroekologicheskij vestnik: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. godu ekologii v Rossii. 27-28 fevralya 2017 g. – Voronezh, 2017. – S. 132-137.
7. Petibskaya, B.C. Ingibitory proteoliticheskikh fermentov / B.C. Petibskaya // Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. – 1999. – № 5-6 (252-253). – S. 6-10.
8. Rusakova, G.G. Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva pererabotki semyan gorchicy dlya izvlecheniya iz nih antipitatel'nykh veshchestv / G.G. Rusakova, A.V. Dem'yanov, S.V. Pavlova // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – T. 18. – № 22. – S. 47-49.
9. Tunieva, E.K. Produkty pererabotki goroha – al'ternativa soevym belkam / E.K. Tunieva // Myasnaya industriya. – 2015. – № 5. – S. 22-23.

10. Cuglenok, N.V. Rezul'taty issledovaniy po inaktivacii antipitel'nyh veshchestv v soe / N.V. Cuglenok, V.V. Matyushev, G.I. Cuglenok, A.I. Hohlova // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 5 (68). – S. 394-397.
11. Shuvalov, A.M. Perspektivy primeneniya, kombinirovannogo elektronagreva zerna soi dlya udaleniya antipitel'nyh veshchestv / A.M. Shuvalov, D.S. Chernov, A.N. Mashkov, V.F. Kalinin // Vestnik VIESKH. – 2014. – № 3 (16). – S. 75-77.
12. Arribas, C. The impact of extrusion on the nutritional composition, dietary fiber and in vitro digestibility of gluten-free snacks based on rice, pea and carob flour blends / C. Arribas, B. Cabellos, C. Sanchez [et al.] // Food & Function. – 2017. – Vol. 8. – № 10. – P. 3654-3663.
13. Chougule, Mahavir B. Anti-nutritional Factors / Mahavir B. Chougule // Pharmacological assays of plant-based natural products. – 2016. – Vol. 71. – P. 43-47.
14. Denise, De-Paula C. Nutritional characterization and determination of phytic acid as an anti-nutritional factor of cowpea beans / De-Paula C. Denise, S. Jarma-Arroyo, H. Aramendiz-Tatis // Agronomia mesoamericana. – 2018. – Vol. 29. – P. 29-40.
15. Gao, Yang. Defibrillated Celluloses via Dual Twin-Screw Extrusion and Microwave Hydrothermal Treatment of Spent Pea Biomass / Yang Gao, Hao Xia, Allyn P. Sulaeman // ACS sustainable chemistry & engineering. – 2019. – Vol. 7. – № 13. – P. 11861-11871.
16. Li, Junguang. Inactivation of soybean trypsin inhibitor by dielectric-barrier discharge (DBD) plasma / Junguang Li, Qisen Xiang, Xiufang Liu // Food chemistry. – 2017. – Vol. 232. – P. 515-522.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 637.1

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-81-88

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ ОБРАБОТКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРИДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ БЕЛКАМ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

ENZYMATIC PROCESSING AS A TOOL OF GIVING FUNCTIONAL PROPERTIES TO PROTEINS OF MILK SERUM

Агаркова Е.Ю., кандидат технических наук
Кручинин А.Г., кандидат технических наук
Рязанцева К.А., кандидат технических наук
Пряничникова Н.С., кандидат технических наук

Agarkova E.Yu., candidate of technical sciences
Kruchinin A.G., candidate of technical sciences
Ryazantzeva K.A., candidate of technical sciences
Pryanichnikova N.S., candidate of technical sciences

Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, Москва

All-Russian Research Institute of Dairy Industry, Moscow

Модификация белков молочной сыворотки для улучшения или изменения их функциональных свойств может значительно расширить область применения таковых, в том числе и для создания функциональных ингредиентов. Данный процесс возможно реализовать при помощи ферментативного гидролиза. Ферментативный гидролиз обеспечивает максимальное сохранение питательной ценности и получение продукта с желаемой глубиной гидролиза. Это

обусловлено тем, что ферментативный гидролиз может быть проведен при мягких технологических режимах: нейтральном рН, умеренных температурах (45-60°C), что позволяет получать пищевые ингредиенты – белковые гидролизаты – с высокой биологической ценностью, поскольку в отличие от кислотного и щелочного гидролиза при ферментативной конверсии пищевых белков полностью сохраняются термолабильные незаменимые аминокислоты, такие как: лизин, лейцин, аспарагиновая кислота, метионин, триптофан, цистеин и тирозин, и не наблюдается образования трудноусваиваемых циклических пептидов и дикетопиперазинов.

Так как ферменты обладают высокой избирательной способностью, то необходим соответствующий их подбор для осуществления гидролитического воздействия на определенные химические связи в молекулах белка. В статье представлены аналитические данные по обзору свойств различных ферментных препаратов, способных придать дополнительные функциональные свойства сывороточным белкам с сохранением приемлемых органолептических характеристик и приданием определенных функциональных свойств. Использование аналитических и биоинформационных методов исследований позволит минимизировать затраты при создании функциональных ингредиентов из молочных белков с прогнозируемыми свойствами, такими как антиоксидантные, гипотензивные и иммуномодулирующие. Сочетание биологически активных пептидов из гидролизатов молочных белков и других, используемых в продукте, ингредиентов является одним из направлений для усиления полезного влияния функциональных молочных продуктов на здоровье потребителей. Свойства, определяющие целевое назначение гидролизатов, зависят в первую очередь от степени гидролиза. Представленные результаты исследований позволяют расширить область применения таких ценных компонентов молока, как белки, с последующим созданием на их основе новых видов функциональных продуктов.

Modification of whey proteins to improve or change their functional properties can significantly expand the scope of those, including for the creation of functional ingredients. This process can be implemented using enzymatic hydrolysis. Enzymatic hydrolysis ensures maximum preservation of nutritional value and obtaining a product with the desired depth of hydrolysis. This is due to the fact that enzymatic hydrolysis can be carried out with mild technological modes: neutral pH, moderate temperatures of (45-60°C), which allows to obtain food ingredients – protein hydrolysates – with high biological value, because unlike acid and alkaline hydrolysis during enzymatic conversion of food proteins completely retains thermolabile essential amino acids, such as: lysine, leucine, aspartic acid, methionine, tryptophan, cysteine and tyrosine, and the formation of labor is not observed D-digestible cyclic peptides and diketopiperazines.

Since enzymes have a high selective ability, their appropriate selection is necessary for the implementation of hydrolytic effects on certain chemical bonds in protein molecules. The article presents analytical data on the review of the properties of various enzyme preparations that can give additional functional properties to serum-accurate proteins while maintaining acceptable organoleptic characteristics and imparting certain functional properties. The use of analytical and bioinformation methods of research will minimize the cost of creating functional ingredients from milk proteins with predictable properties, such as antioxidant, antihypertensive, and immunomodulatory. The combination of biologically active peptides from milk protein hydrolysates and other ingredients used in the product is one of the directions for enhancing the beneficial effect of functional dairy products on the health of consumers. The properties that determine the intended purpose of hydrolysates depend primarily on the degree of hydrolysis. The presented research re-

sults will expand the scope of such valuable components of milk as proteins, followed by the creation of new types of functional products based on them.

Ключевые слова: молочная сыворотка, сывороточные белки, ферментные препараты.

Key words: milk whey, whey proteins.

Введение. Ферментативный гидролиз, как инструмент придания дополнительных функциональных свойств различным пищевым ингредиентам, таким как белки молочной сыворотки, используется в биотехнологии достаточно давно. Однако существует ряд проблем, в том числе гармонизации вкуса, поскольку во время ферментативного гидролиза происходит высвобождение пептидов и свободных аминокислот, которые изменяют сенсорные характеристики получаемого продукта. Основной технологической проблемой в этом случае служит наличие у белковых гидролизатов горьковатого привкуса или послевкусия [2, 6].

Поэтому при оценке и подборе ферментных препаратов одним из параметров для оптимизации процесса гидролиза является содержание свободных аминокислот, особенно лейцина, изолейцина и фенилаланина, которое необходимо минимизировать. Помимо отрицательного влияния на органолептические свойства белковых гидролизатов высокое содержание свободных аминокислот приводит к увеличению осмотичности гидролизатов и снижению их биологической ценности, поскольку скорость всасывания свободных аминокислот в тонком кишечнике человека существенно ниже по сравнению с олигопептидами. К сожалению, исследования в этом направлении не позволяют получить продукты с приемлемыми органолептическими показателями, следовательно, необходимо анализировать свойства ферментных препаратов (ФП) по отношению к расщепляемым пептидным связям [3].

Материалы и методы. В работе задействованы аналитические методы литературного анализа, а также *in silico* анализ на портале биоинформационных ресурсов PeptideCutter (web.exPASy.org).

Результаты и обсуждение. При подборе ФП для гидролиза сывороточных белков были проанализированы данные по субстратной специфичности наиболее широко используемых протеолитических ферментных препаратов (таблица 1) [1, 2, 3, 4, 9].

Таблица 1 – Специфичность протеолитических ферментов и ферментных препаратов по отношению к расщепляемой пептидной связи [1]

Table 1 – The specificity of proteolytic enzymes and enzyme preparations in relation to cleavable peptide bonds [1]

Ферментный препарат <i>Enzyme preparation</i>	Происхождение <i>The origin of the enzyme</i>	Специфичность <i>Enzyme specificity</i>
Протеиназа К <i>Proteinase K</i>	<i>Engyodontium album</i>	P1: A, E, F, I, L, T, V, W or Y
Термолизин <i>Thermolysin</i>	<i>Bacillus thermoproteolyticus</i>	P1': Ile, Phe, Leu, Val, Ala, Met
Алкалаза <i>Alcalase</i>	<i>Bacillus licheniformis</i>	P1: крупные незаряженные аминокислоты – Val, Leu, Ile, Phe, Tyr, Trp <i>P1: large uncharged amino acids – Val, Leu, Ile, Phe, Tyr, Trp</i>
		P1: Glu, Asp
Протамекс <i>Protamex</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	P1: незаряженные аминокислоты: Phe, Leu, Val <i>P1: uncharged amino acids: Phe, Leu, Val</i>
		P1: Phe, Leu, Val
Трипсин <i>Trypsin</i>	Поджелудочная железа свиньи или крупного рогатого скота <i>Pancreas of pigs or cattle</i>	C-терм. F, Y, W, M, L

С учетом необходимости исключения потенциально горьких пептидов (таблица 2), а также нежелательного содержания большого количества свободных аминокислотных остатков (САК) был проведен анализ *in silico* по подбору протеаз для ферментативного гидролиза белков молочной сыворотки.

Результаты проведенного *in silico* анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2 – *In silico* анализ гидролиза молочных белков различными протеазами

Table 2 – *In silico* analysis of hydrolysis of milk proteins by various proteases

Ферментный препарат <i>Enzyme preparation</i>	Массовая доля САК, % <i>Mass fraction of free amino acid residues, %</i>	Средняя молекулярная масса полученных пептидов, Да <i>The average molecular weight of the obtained peptides, Da</i>
Протеиназа К <i>Proteinase K</i>	20	216,7
Термолизин <i>Thermolysin</i>	16,8	338,4
Протамекс <i>Protamex</i>	9,5	1865,6
Алкалаза <i>Alcalase</i>	9,5	1903,4
Трипсин <i>Trypsin</i>	1,1	1063,5

Термолизин является ферментом класса гидролаз, гидролизующих пептидные связи, образованные остатками гидрофобных аминокислот, такими как: лейцин, изолейцин, валин, фенилаланин, аланин. Менее интенсивно осуществляет гидролиз связей, образованных остатками тирозина, треонина, глицина и серина. Оптимальная каталитическая активность термолизина отмечена при pH 7,0 и температуре 60°C. При значениях pH 6,5-8,5 термолизин полностью сохраняет свою активность в течение 1 ч. При 80°C через 1 ч наблюдается потеря 50% активности. Ингибирование термолизина осуществляется AgNO₃, Hg₂Cl₂, этилендиаминтетрауксусной кислотой и др. (Электронный ресурс: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4377.html>).

Protamex (протосубтилин) – комплексный ферментный препарат бактериального происхождения, является наряду с Alcalase (протолихетерм) нейтральной протеазой, инактивируются додецил-сульфатом натрия. Протосубтилин катализирует расщепление белков, обеспечивает разрыв связи – CO – NH – с образованием пептидов низкого молекулярного веса и аминокислот. Оптимум действия данных ФП наблюдается при следующих условиях: pH – 6,8-7,0; температура – от 45 до 60°C. При температуре 85°C с выдержкой 10-15 мин происходит полная инактивация ФП.

Протеиназа К широко применяется для удаления белковой примеси в препаратах нуклеиновых кислот. Кроме этого протеиназа К быстро расщепляет и инактивирует нуклеазы в препаратах ДНК или РНК. Протеиназа К устойчива ко многим денатурирующим агентам, таким как додецил-сульфат натрия и мочевины, хелатирующим агентам (ЭДТА) и сульфгидрильным реагентам, а также к ингибиторам трипсина и химотрипсина. Протеиназа К работает в широком диапазоне pH (4-12), её оптимум действия находится в пределах от 7,5 до 12 ед. pH. Более того, денатурирующие агенты повышают доступность пептидных связей белков для протеиназы К и, таким образом, даже ускоряют их гидролиз.

Трипсин относится к группе сериновых протеаз и характеризуется узкой субстратной специфичностью, обусловленной присутствием в субстратсвязывающем участке активного

центра остатка аспарагиновой кислоты. Он избирательно гидролизует связи, образованные карбоксильными группами основных аминокислот – аргинина и лизина. Трипсин сохраняет термоустойчивость и стабильность в кислой, слабощелочной среде и после кипячения в 0,01 М соляной кислоте, в сильнощелочной среде необратимо денатурируется. Оптимум каталитической активности трипсина лежит в диапазоне значений рН от 7,5 до 8,0. При значениях рН ниже или выше оптимальной зоны активность фермента постепенно снижается [5, 7].

Исследовательские работы целого ряда ученых доказывают, что гидролизаты сывороточных белков находят применение при производстве различных продуктов, в том числе детского и спортивного питания, низкоаллергенных и т.д. Наиболее перспективным является использование гидролизатов при создании функциональных продуктов массового потребления. Свойства, определяющие назначение гидролизатов, зависят в первую очередь от степени гидролиза.

Например, в спортивном питании и медицине применяются гидролизаты, содержащие от 15 до 20% свободных аминокислот, ди-, три- и олигопептиды с молекулярной массой до 3000 Да [3]. Для парентерального и внутривенного питания используются инфузионные растворы на основе индивидуальных аминокислот [4]. При проведении диетотерапии и в продуктах для детского питания важным моментом является полное устранение аллергенности. Например, для белков коровьего молока гипоаллергенность достигается при снижении молекулярного веса пептидов в гидролизате ниже 2500-3000 Да [4]. Также мало гидролизованные пептидные композиции из белков молока зачастую используются в качестве эмульгаторов и пенообразователей [3].

Для получения функциональных пептидных композиций ключевым белковым компонентом молочной сыворотки служит β -лактоглобулин, который является важным источником биологически активных (гипотензивных, антиоксидантных, иммуномодулирующих) пептидов.

В числе одних из первых гипотензивных (АПФ-ингибирующих) пептидов, являющихся компонентами кисломолочных напитков, были идентифицированы трипептиды VPP и IPP. Их гипотензивный эффект был доказан в исследованиях *in vitro*, а также *in vivo* на крысах со спонтанной гипертензией линии SHR (spontaneously hypertensive rats) и в клинических испытаниях на добровольцах с умеренной артериальной гипертензией [12]. При этом *in vivo* было показано, что данные пептиды устойчивы к перевариванию в желудочно-кишечном тракте. Данные пептиды входят в состав коммерциализованных функциональных кисломолочных продуктов Evolus (Valio Oy, Финляндия) и Calpis (Calpis CO, Япония), полученных при сквашивании молока *Lactobacillus helveticus*. В дальнейшем АПФ-ингибирующие пептиды VPP и IPP были также идентифицированы в составе функционального антигипертензивного йогурта, пробиотического йогурта и различных мягких, твердых и полутвердых сырах [3, 13, 14].

Помимо гипотензивных пептидов в белковых гидролизатах обнаружены короткие пептиды, обладающие иммуномодулирующим и цитопротекторным действием [11]. Среди пищевых источников иммуномодулирующих пептидов основной объем исследований посвящен гидролизатам белков молока, а также пептидам, выделенным из ферментированных молочных продуктов (сыры, кисломолочные продукты) и молозива [8]. Так, молоко, ферментированное различными видами лактобактерий (*Lb. helveticus*, *Lb. paracasei*, *Lb. rhamnosus*), обладает способностью усиливать пролиферацию (процесс деления клеток) лимфоцитов *in*

vitro, стимулировать выработку IgA (поддержание барьерной резистентности), активировать противоопухолевый иммунный ответ.

Для большого числа пептидов, входящих в состав гидролизатов молочных белков и ферментированных молочных продуктов, показано наличие антиоксидантной активности по отношению к различным радикалам и в системах с окислением липидов. Длина большинства антиоксидантных пептидов, идентифицированных в молочных продуктах, варьирует в пределах 2-15 а.о., что соответствует диапазону молекулярных масс 0,24-1,80 кДа. При этом ключевыми белками, предшественниками антиоксидантных пептидов, идентифицированных в молочных продуктах, являются α - и β -казеины и β -лактоглобулин. В ряде работ показано, что пептиды молочных белков обладают более высокой антиоксидантной емкостью по сравнению с эквивалентной смесью свободных аминокислот [10]. Наличие у гидролизатов молочных белков антиоксидантных свойств позволяет использовать их не только в качестве функциональных ингредиентов, но и технологических добавок для снижения интенсивности процессов перекисного окисления липидов и увеличения сроков хранения пищевых продуктов.

Заключение. Представленные выше данные свидетельствуют о том, что, с точки зрения конверсии белков молочной сыворотки, с получением гидролизата с минимально возможным содержанием САК, а следовательно, и горького вкуса и прогнозируемыми функциональными свойствами благодаря образованию пептидов средней длины, наиболее целесообразно использовать нейтральные протеазы Alcalase и Protamex. Высокое содержание низкомолекулярных олигопептидов, получаемых из молочной сыворотки, обуславливает их гипотензивное, антиоксидантное, иммуномодулирующее и цитопротекторное действие, что дает возможность построения широкой линейки функциональных продуктов питания на их основе, а использование заквасочных культур усилит функциональность разрабатываемых пищевых продуктов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Библиографический список

1. Агарков, А.А. Использование ферментативного гидролиза пептидного комплекса молока для получения белковых функциональных ингредиентов / А.А. Агарков, А.Г. Кручинин, Н.Г. Машенцева // День науки: сб. мат. Общеуниверситетской науч. конф. молодых ученых и специалистов. – М.: ИК МГУПП, 2015. – Ч. VI. – С. 13-15.
2. Агаркова, Е.Ю. Проектирование протеолиза молочных белков для создания продуктов со сниженной аллергенностью / Е.Ю. Агаркова, К.А. Березкина, А.Г. Кручинин, И.В. Николаев // Пищевые инновации и биотехнологии: мат. междунар. науч. конф. / Под общей ред. Просекова А.Ю.; ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – Кемерово, 2014. – Т. 1. – С. 21-23.
3. Агаркова, Е.Ю. Разработка технологии функциональных эмульсионных аэрированных продуктов на основе трансформации полипептидных комплексов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Агаркова Евгения Юрьевна. – Москва, 2014. – 26 с.

4. Агаркова, Е.Ю. Ферментативная конверсия как способ получения биологически активных пептидов / Е.Ю. Агаркова, А.Г. Кручинин // Вестник МГТУ. – 2018. – Т. 21. – № 3. – С. 412-419.
5. Збарский, Б.И. Биологическая химия / Б.И. Збарский, И.И. Иванов, С.Р. Мардашев. – Ленинград: Медицина, 1965. – 520 с.
6. Кручинин, А.Г. Различные подходы к формированию функциональных свойств молочных продуктов / А.Г. Кручинин, Е.Ю. Агаркова // Переработка молока. – 2018. – № 5. – С. 36-39.
7. Суханова, С.М. Трипсин. Свойства и применение в производстве биологических лекарственных препаратов / С.М. Суханова, Е.М. Петручук, А.А. Генералов // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2018. – Т. 18. – № 2. – С. 106-113.
8. Hayes, M. Putting microbes to work: dairy fermentation, cell factories and bioactive peptides. Part II: bioactive peptide functions / M. Hayes, C. Stanton, G.F. Fitzgerald, R.P. Ross // *Biotechnol. J.* – 2007. – Vol. 2. – P. 435-449.
9. Hernandez-Ledesma, B. Antihypertensive peptides: production, bioavailability and incorporation into food / B. Hernandez-Ledesma, M. del Mar Contreras, I. Recio // *Adv. Colloid Interface Sci.* – 2011. – Vol. 165. – P. 23-25.
10. Hernandez-Ledesma, B. Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from α -lactalbumin and β -lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC-MS/MS / B. Hernandez-Ledesma, A. Davalos, B. Bartolome, L. Amigo // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – Vol. 53. – P. 588-593.
11. Huang, S.-M. Immunomodulatory properties of the milk whey products obtained by enzymatic and microbial hydrolysis / S.-M. Huang, K.-N. Chen, Y.-P. Chen, W.-S. Hong, M.-J. Chen // *Int. J. Food Sci. Technol.* – 2010. – Vol. 45. – P. 1061-1067.
12. Jakala, P. Milk protein derived bioactive tripeptides Ile-Pro-Pro and Val-Pro-Pro protect endothelial function in vitro in hypertensive rats / P. Jakala, T. Jauhiainen, R. Korpela, H. Vapaatale // *J. Functional Foods.* – 2009. – Vol. 1. – P. 266-273.
13. Kunda, P.B. Identification of bioactive peptides in a functional yoghurt by micro liquid chromatography time-of-flight mass spectrometry assisted by retention time prediction / P.B. Kunda, F. Benavente, S. Catala-Clariana, E. Gimenez, J. Barbosa, V. Sanz-Nebot // *J. Chromat. A.* – 2012. – Vol. 1229. – P. 121-128.
14. Wang, Z.-L. A novel angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide from the milk casein: virtual screening and docking studies / Z.-L. Wang, S.-S. Zhang, W. Wang, F.-Q. Feng, W.-G. Shan // *Agric. Studies China.* – 2011. – Vol. 10. – P. 463-467.

Reference

1. Agarkov, A.A. Ispol'zovanie fermentativnogo gidroliza peptidnogo kompleksa moloka dlya polucheniya belkovykh funkcional'nykh ingredientov / A.A. Agarkov, A.G. Kruchinin, N.G. Mashenceva // *Den' nauki: sb. mat. Obshcheuniversitetskoy nauch. konf. molodykh uchenykh i specialistov.* – M.: IK MGUPP, 2015. – Ch. VI. – S. 13-15.2.
2. Agarkova, E.Yu. Proektirovanie proteoliza molochnykh belkov dlya sozdaniya produktov so snizhennoj allergenost'yu / E.Yu. Agarkova, K.A. Berezkina, A.G. Kruchinin, I.V. Nikolaev // *Pishchevye innovacii i biotekhnologii: mat. mezhdunar. nauch. konf. / Pod obshchej red. Prosekova A.Yu.; FGBOU VPO «Kemerovskij tekhnologicheskij institut pishchevoj promyshlennosti».* – Kemerovo, 2014. – T. 1. – S. 21-23.3.

3. Agarkova, E.Yu. Razrabotka tekhnologii funkcional'nyh emul'sionnyh aerirovannyh produktov na osnove transformacii polipeptidnyh kompleksov: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.04 / Agarkova Evgeniya Yur'evna. – Moskva, 2014. – 26 s.
4. Agarkova, E.Yu. Fermentativnaya konversiya kak sposob polucheniya biologicheski aktivny`x peptidov / E.Yu. Agarkova, A.G. Kruchinin // Vestnik MGTU. – 2018. – T. 21. – № 3. – С. 412-419.
5. Zbarskij, B.I. Biologicheskaya ximiya / B.I. Zbarskij, I.I. Ivanov, S.R. Mardashev. – Leningrad: Medicina, 1965. – 520 s.
6. Kruchinin, A.G. Razlichny`e podxody` k formirovaniyu funkcional`ny`x svojstv molochny`x produktov/ A.G. Kruchinin, E.Yu. Agarkova // Pererabotka moloka. – 2018. – № 5. – S. 36-39.
7. Suxanova, S.M. Tripsin. Svojstva i primenenie v proizvodstve biologicheskix lekarstvenny`x preparatov / S.M. Suxanova, E.M. Petruchuk, A.A. Generalov // Biopreparaty. Profilaktika, diagnostika, lechenie. – 2018. – T. 18. – № 2. – S. 106-113.
8. Hayes, M. Putting microbes to work: dairy fermentation, cell factories and bioactive peptides. Part II: bioactive peptide functions / M. Hayes, C. Stanton, G.F. Fitzgerald, R.P. Ross // Biotechnol. J. – 2007. – Vol. 2. – P. 435-449.
9. Hernandez-Ledesma, B. Antihypertensive peptides: production, bioavailability and incorporation into food / B. Hernandez-Ledesma, M. del Mar Contreras, I. Recio // Adv. Colloid Interface Sci. – 2011. – Vol. 165. – P. 23-25.
10. Hernandez-Ledesma, B. Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from α -lactalbumin and β -lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC-MS/MS / B. Hernandez-Ledesma, A. Davalos, B. Bartolome, L. Amigo // J. Agric. Food Chem. – 2005. – Vol. 53. – P. 588-593.
11. Huang, S.-M. Immunomodulatory properties of the milk whey products obtained by enzymatic and microbial hydrolysis / S.-M. Huang, K.-N. Chen, Y.-P. Chen, W.-S. Hong, M.-J. Chen // Int. J. Food Sci. Technol. – 2010. – Vol. 45. – P. 1061-1067.
12. Jakala, P. Milk protein derived bioactive tripeptides Ile-Pro-Pro and Val-Pro-Pro protect endothelial function in vitro in hypertensive rats / P. Jakala, T. Jauhiainen, R. Korpela, H. Vapaatale // J. Functional Foods. – 2009. – Vol. 1. – P. 266-273.
13. Kunda, P.B. Identification of bioactive peptides in a functional yoghurt by micro liquid chromatography time-of-flight mass spectrometry assisted by retention time prediction / P.B. Kunda, F. Benavente, S. Catala-Clariana, E. Gimenez, J. Barbosa, V. Sanz-Nebot // J. Chromat. A. – 2012. – Vol. 1229. – P. 121-128.
14. Wang, Z.-L. A novel angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide from the milk casein: virtual screening and docking studies / Z.-L. Wang, S.-S. Zhang, W. Wang, F.-Q. Feng, W.-G. Shan // Agric. Studies China. – 2011. – Vol. 10. – P. 463-467.

E-mail: euagarkova@mail.ru; kruchinin-vnimi@yandex.ru;

kberezkina@mail.ru; pryanichnikova@vnimi.org

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

УДК 637.52

DOI: 10.31208/2618-7353-2019-8-89-95

**РАЗРАБОТКА МЯСО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПАШТЕТА
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL MEAT AND VEGETABLE PATE

¹Божкова С.Е., кандидат биологических наук

²Золотарева А.Г., аспирантка

¹Тупикова А.Н., студентка

²Пилипенко Д.Н., кандидат сельскохозяйственных наук

²Суркова С.А., старший научный сотрудник

²Обрушникова Л.Ф., младший научный сотрудник

¹*Bozhkova S.E., candidate of biological sciences*

²*Zolotareva A.G., postgraduate student*

¹*Tupikova A.N., student*

²*Pilipenko D.N., candidate of agricultural sciences*

²*Surkova S.A., senior researcher*

²*Obrushnikova L.F., junior researcher*

¹Волгоградский государственный технический университет

²Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции

¹*Volgograd State Technical University*

²*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing
of Meat-and-Milk Production, Volgograd*

Питание оказывает наиболее значимое влияние на здоровье и жизнедеятельность человека. Недостаток в рационе витаминов, макро- и микроэлементов негативно сказывается на организме. Мясо содержит животный белок, который наиболее полно усваивается организмом, а также многие необходимые организму нутриенты. Один из самых дефицитных микроэлементов в рационе человека – железо, что может привести к развитию анемии. Железо незаменимо для человека, участвует в обеспечении кислородом тканей, органов и систем. По данным ВОЗ, сегодня в мире анемией страдают около 1,8 миллиарда человек, что составляет 25% населения. Максимально доступная форма железа для усвоения человеком содержится в куриной печени, которая помимо этого содержит достаточное количество эссенциальных компонентов, обладает сравнительно невысокой калорийностью и в достаточных количествах, благодаря импортозамещению, производится на территории Российской Федерации.

С целью получения сбалансированного функционального продукта был разработан паштет, в состав которого помимо куриной печени были введены растительные компоненты – нетермизированное яблочное пюре и гречневая мука, богатые не только железом, но и калием, кальцием, фосфором, натрием, магнием и другими микроэлементами, витаминами А,

Е, С, К, РР, Р, группы В, а также незаменимыми аминокислотами: метионином, триптофаном, глицином, аргинином, лизином.

В результате органолептической оценки выработанного паштета установлено, что опытный образец в сравнении с контрольным имел более высокую оценку по таким показателям, как внешний вид, вкус и запах. Биохимический анализ показал, что содержание жира и белка в опытном образце было меньше, чем в контрольном, на 0,8 и 2,1% соответственно, что обусловлено заменой части мясного сырья на растительное. Расчеты показали, что употребление 100 г продукта покрывает суточную потребность в железе на 52%.

Таким образом, замена части мясного сырья на растительное позволила не только обогатить продукт железом, улучшить органолептические показатели, но и снизить его калорийность и себестоимость.

Nutrition has the most significant impact on human health and livelihoods. The lack of vitamins, macro- and microelements in the diet negatively affects the body. Meat contains animal protein, which is most fully absorbed by the body, as well as many nutrients necessary for the body. One of the most scarce trace elements in the human diet is iron, which can lead to the development of anemia. Iron is indispensable for humans, is involved in providing oxygen to tissues, organs and systems. According to WHO, about 1.8 billion people worldwide suffer from anemia, which is 25% of the population. The most accessible form of iron for human absorption is contained in chicken liver, which in addition contains a sufficient number of essential components, has a relatively low calorie content and in sufficient quantities, thanks to import substitution, is produced on the territory of the Russian Federation.

In order to obtain a balanced functional product, a pate was developed, in addition to chicken liver, vegetable components were introduced – thermized applesauce and buckwheat flour, rich not only in iron, but also in potassium, calcium, phosphorus, sodium, magnesium and other trace elements, vitamins A, E, C, K, PP, P, b group, as well as non-replaceable amino acids: methionine, tryptophan, glycine, arginine, lizine.

As a result of the organoleptic evaluation of the developed pate, it was found that the prototype in comparison with the control had a higher score on such indicators as appearance, taste and smell. Biochemical analysis showed that the fat and protein content in the experimental sample was less than in the control sample, by 0.8 and 2.1%, respectively, due to the replacement of part of the meat raw materials with vegetable. Calculations have shown that the use of 100 g of the product covers the daily need for iron by 52%.

Thus, replacement of part of meat raw materials on vegetable allowed not only to enrich a product with iron, to improve organoleptic indicators, but also to reduce its caloric content and prime cost.

Ключевые слова: мясо-растительный паштет, пищевые волокна, функциональное питание.

Key words: meat and vegetable pate, dietary fiber, functional nutrition.

Введение. Питание оказывает наиболее значимое влияние на здоровье и жизнедеятельность человека. Недостаток в рационе витаминов, макро- и микроэлементов негативно сказывается на организме. На сегодняшний день питанию человека уделяется большое внима-

ние – на прилавках появляются все новые и новые обогащенные продукты, а потребители все чаще обращают внимание на их состав и пищевую ценность [7, 10].

Немаловажное место в продуктовой корзине занимают мясные продукты. Являясь продуктом животного происхождения, мясо содержит животный белок, который наиболее полно усваивается организмом, а также многие необходимые организму нутриенты [3].

В соответствии с «Концепцией государственной политики в области здорового питания населения РФ на период до 2020 г.» в качестве основной цели определено формирование в России основ и индустрии здорового питания, в том числе увеличение производства новых обогащенных, диетических и функциональных пищевых продуктов.

В последнее время все чаще отмечается повсеместная недостаточность многих макро- и микроэлементов в питании потребителей, что связано прежде всего с несбалансированным рационом питания. Одним из распространенных дефицитов является недостаток железа, который, в свою очередь, может привести к развитию анемии. Железо является незаменимым для человека микроэлементом, участвующим в обеспечении кислородом тканей, органов и систем. По данным ВОЗ, сегодня в мире анемией страдают около 1,8 миллиарда человек, что составляет 25% населения.

На основе вышеизложенного нами была поставлена задача разработать такой продукт, который отвечал бы основным актуальным тенденциям для потребителей. В работе мы постарались создать паштет, обогащенный железом за счет подбора ингредиентов, содержащих в своем составе большое количество этого микроэлемента [8, 9].

Куриная печень является самым дорогим из субпродуктов, но и польза ее велика. Она обладает хорошим вкусом, низкой калорийностью и рядом полезных свойств, поскольку содержит в составе ряд незаменимых веществ, которые могут быть рекомендованы при любых ограничениях в диете. Это витамины А, С, Е, РР и группы В, микро- и макроэлементы: железо, кальций, магний, фосфор, марганец, медь, цинк, натрий. Помимо этого куриная печень обладает невысокой калорийностью, но по содержанию белка она не уступает куриной грудке.

Содержание витамина В и железа благотворно влияет на процессы кроветворения, укрепляет иммунитет и помогает восстановить организм. В куриной печени содержится вещество гепарин, которое нормализует сворачивание крови.

Куриное мясо является одним из наиболее ценных поставщиков витаминов группы В: тиамин, пантотеновой кислоты, рибофлавина, пиридоксина, цианкобаламина, фолиевой кислоты и ниацина.

Содержание фосфора, являющегося важным структурным элементом тканей тела живого организма и необходимого для нормального клеточного и межклеточного обмена, в мясе курицы составляет не менее 199 мг. В мясе птицы содержится 15-25% белка, а около 40% аминокислот, содержащихся в белках мышечной ткани, незаменимые.

Гречневая мука – издавна известный полезный продукт, который изготавливается путем перемалывания гречневой крупы.

По энергетической ценности гречневую муку можно сравнить с пшеничной. Однако гречневая мука содержит гораздо большее количество «медленных» сложных углеводов, поэтому классифицируется как диетический продукт. В состав гречневой муки входят следующие микроэлементы: магний, марганец, сера, калий, фосфор и железо. Также гречневая мука имеет в своем составе незаменимые аминокислоты: метионин, триптофан, глицин, аргинин, лизин.

Нетермизированное яблочное пюре представляет собой кашеобразную однородную массу бежевого цвета, которую получают путем переработки спелых яблок. Оно богато пищевыми волокнами, помимо этого в яблочном пюре присутствуют органические кислоты: лимонная, яблочная, хлорогеновая, урсоловая. Кроме того, яблочное пюре содержит азотистые, дубильные и пектиновые вещества, фруктозу, клетчатку, а также витамин А, Е, С, К, РР, Р, витамины группы В, железо, калий, кальций, фосфор, натрий и магний.

Содержащиеся в яблочном пюре компоненты оказывают значительное действие на организм потребителя: они могут способствовать очищению печени и оказывать мочегонное и желчегонное действие, ускорять обмен веществ в организме, успокаивать нервную систему, нормализовать давление и укреплять сердечно-сосудистую систему. При регулярном употреблении яблочного пюре организм избавляется от холестерина, соли и токсинов, а содержащиеся в нем органические кислоты полезны при сахарном диабете, некоторых формах диатеза и подагре, так как они способствуют регуляции кислотно-щелочного баланса в организме.

Материалы и методы. Работа состояла из следующих этапов: подбор и подготовка сырья, выработка контрольных и опытных образцов паштетов, проведение органолептических и физико-химических исследований для оценки качества полученных продуктов.

Объектами исследований являлись: мясо куриное (ГОСТ 23042-86), гомогенизированная яблочная масса (термически не обработанная), гречневая мука (ГОСТ 31645-2012), орех грецкий (ГОСТ 32874-2014), морковь, а также образцы рецептурных масс паштетов, выработанных на основе указанных компонентов с использованием соли, лука репчатого, сахара, масла сливочного, перца черного.

Оптимизацию рецептуры разрабатываемого паштета проводили с использованием программы Excel, входящей в пакет MS Office 2019.

Производство исследуемых образцов паштетов проводили в соответствии с действующей нормативной и технической документацией (ГОСТ Р 55334-2012 «Паштеты мясные и мясосодержащие. Технические условия») по технологической инструкции по производству паштетов мясных и мясосодержащих, разработанной в ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН.

Отбор и подготовку проб для лабораторных исследований проводили согласно единой методике в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51447-99 (ИСО 3100-1-91). Определение органолептических показателей осуществляли по требованиям ГОСТ 9959-91; ГОСТ Р 53159-2008; ГОСТ Р 53161-2008. Массовую долю жира определяли по ГОСТ 23042-86; белка – ГОСТ 25011-81; энергетическую ценность и содержание железа – расчетным методом.

Результаты и обсуждение. В ходе проведенных исследований были выбраны следующие основные ингредиенты животного и растительного происхождения – печень куриная, мясо птицы, яблочное пюре, гречневая мука и грецкие орехи. Мясо птицы было выбрано в качестве ингредиента животного происхождения, поскольку является одним из наиболее дешевых источников белка и липидов среди многих видов мяса, а также обладает лучшими органолептическими показателями. Выработка контрольных и опытных образцов производилась многократно. В результате был разработан сбалансированный продукт, рецептура которого представлена в таблице 1, и произведена выработка исследуемых образцов по общепринятой технологии [2, 4, 5]. Для сравнения был взят контрольный образец – паштет, отличающийся от предложенной рецептуры отсутствием яблок, гречневой муки и грецких орехов.

Таблица 1 – Рецепт продукта
Table 1 – Recipe

№ п/п	Ингредиент <i>Ingredient</i>	Количество, г на 100 г продукта <i>Quantity g per 100 g of product</i>	
		Контрольный образец <i>Control sample</i>	Опытный образец <i>Experimental sample</i>
1	Печень куриная <i>Chicken liver</i>	62	50
2	Мясо кур <i>Chicken meat</i>	25	20
3	Яблочное пюре <i>Apple puree</i>	0	10
4	Мука гречневая <i>Buckwheat flour</i>	0	5
5	Морковь <i>Carrot</i>	4	4
6	Масло сливочное <i>Butter</i>	4	4
7	Лук <i>Onion</i>	3	3
8	Орех грецкий <i>Walnut</i>	0	2
9	Соль <i>Salt</i>	1,5	1,5
10	Сахар <i>Sugar</i>	0,4	0,4
11	Перец черный молотый <i>Ground black pepper</i>	0,1	0,1

В ходе исследований была проведена органолептическая оценка выработанного образца и составлена профилограмма, представленная на рисунке 1. Как видно из профилограммы, в результате органолептической оценки было отмечено, что исследуемый образец в сравнении с контрольным имел более высокую оценку по следующим показателям: внешний вид, вкус и запах.

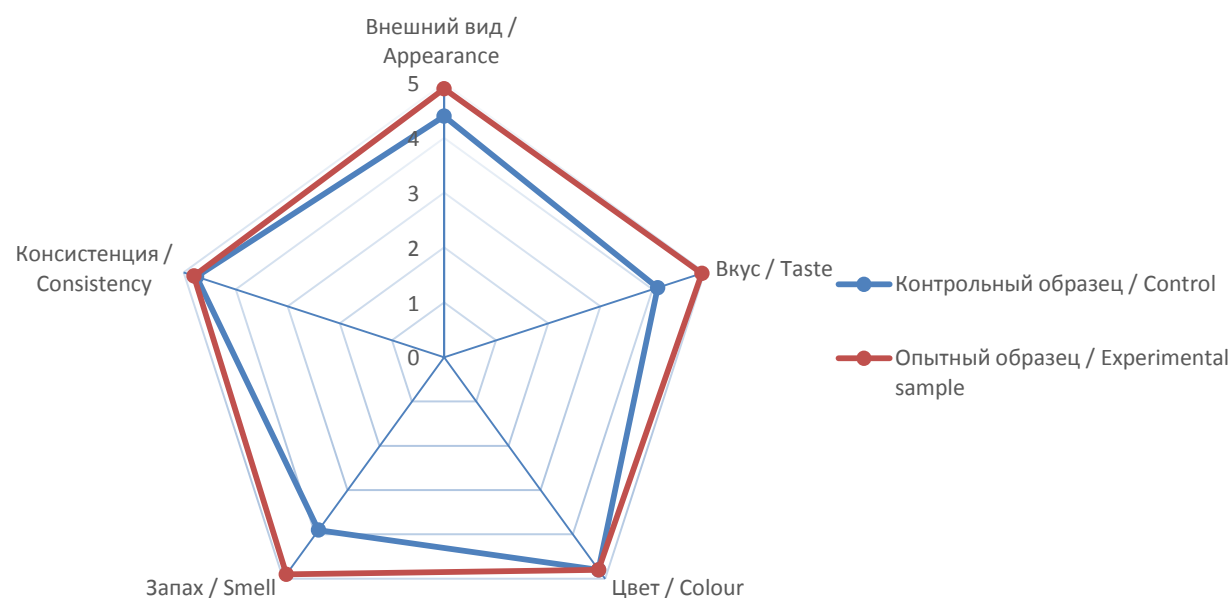


Рисунок 1 – Органолептическая оценка контрольного и опытного образцов

Figure 1 – Organoleptic evaluation of control and experimental samples

Для оценки эффективности разработки был проведен ряд аналитических исследований полученных образцов. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели продукта
Table 2 – Physico-chemically characteristics of the product

Показатель <i>Indicator</i>	Образец <i>Sample</i>	
	Контрольный <i>Control</i>	Опытный <i>Experimental</i>
Белок, % <i>Protein, %</i>	16,4	14,3
Жир, % <i>Fat, %</i>	11,4	10,6

Проведенный биохимический анализ показал, что содержание жира и белка в опытном образце было меньше, чем в контрольном, на 0,8 и 2,1% соответственно, что обусловлено заменой части мясного сырья на растительное. За счет этого калорийность разработанного продукта была снижена, что является положительным аспектом, поскольку люди часто склонны к перееданию и как следствие – набору лишнего веса.

Кроме того, расчетным методом [1, 6] было определено содержание железа в 100 г продукта. Наибольшее его содержание отмечается в куриной печени – 8,5 мг/100 г, гречневой муке – 4 мг/100 г, грецком орехе – 2,9 мг/100 г и яблоках – 2,2 мг/100 г. Так, в ходе расчета содержание в паштете железа составило 5,2 мг/100 г продукта. Суточная норма потребления железа для человека составляет 10 мг, таким образом, употребление 100 г продукта покрывает суточную потребность в данном микроэлементе на 52%.

Заключение. В ходе проведенных исследований был разработан продукт лечебно-профилактического направления, обогащенный железом. Замена части мясного сырья растительным позволила не только обогатить продукт железом, снизить его калорийность, но и улучшить органолептические показатели продукта, а также снизить его себестоимость.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Библиографический список

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова [и др.]. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
2. Винникова, Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов: учебник / Л.Г. Винникова. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 600 с.
3. Горлов, И.Ф. Современные тенденции производства мяса в России и его потребления населением / И.Ф. Горлов, Г.В. Федотова, М.И. Сложенкина, А.В. Куликовский, Д.А. Мосолова // Аграрно-пищевые инновации. – 2018. – № 3 (3). – С. 25-30.
4. Рогов, И.А. Общая технология мяса и мясопродуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: Колос, 2000. – 367 с.
5. Сэмс, Р.А. Переработка мяса птицы / Под ред. Алана Р. Сэмса; пер. с англ., под науч. ред. В.В. Гущина. – СПб: Профессия, 2007. – С. 36, 39-41.
6. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – Москва: ДеЛиПринт, 2002. – 236 с.

7. Barbut, S., Marangoni, A.G., Thode, U. and Tiensa, B.E. (2019), Using Canola Oil Organogels as Fat Replacement in Liver Pâté. *Journal of Food Science*, 84: 2646-2651. DOI: 10.1111/1750-3841.14753.
8. Bilska A., Kobus-Cisowska J., Kmiecik D. et al. Cholinesterase inhibitory activity, antioxidative potential and microbial stability of innovative liver pâté fortified with rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*). *Electron J. Biotechnol* 2019;40. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2019.03.007>.
9. De Carli, C. Production, physicochemical stability of quercetin-loaded nanoemulsions and evaluation of antioxidant activity in spreadable chicken pâtés / Cynthia de Carli, Marília Moraes-Lovison, Samantha C. Pinho // *LWT*. – 2018. – Vol. 98. – P. 154-161. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.037>.
12. Momchilova, M. Inulin and lentil flour as fat replacers in meat-vegetable pate – a mixture design approach / Maria Momchilova, Dilyana Gradinarska, Todorka Petrova [et al.] // *Carpathian journal of food science and technology*. – 2019. – Vol. 11. – № 3. – P. 5-14. DOI: 10.34302/cptjfst/2019.11.3.1.

Reference

1. Antipova, L.V. *Metody issledovaniya myasa i myasnyh produktov* / L.V. Antipova [i dr.]. – M.: Kolos, 2001. – 376 s.
2. Vinnikova, L.G. *Tekhnologiya myasa i myasnyh produktov: uchebnik* / L.G. Vinnikova. – Kiev: Firma «INKOS», 2006. – 600 s.
3. Gorlov, I.F. *Sovremennye tendencii proizvodstva myasa v Rossii i ego potrebleniya naseleniem* / I.F. Gorlov, G.V. Fedotova, M.I. Slozhenkina, A.V. Kulikovskij, D.A. Mosolova // *Agrarno-pishchevye innovacii*. – 2018. – № 3 (3). – S. 25-30.
4. Rogov, I.A. *Obshchaya tekhnologiya myasa i myasoproduktov* / I.A. Rogov, A.G. Zabashta, G.P. Kazyulin. – M.: Kolos, 2000. – 367 s.
5. Sems, R.A. *Pererabotka myasa pticy* / Pod red. Alana R. Sema; per. s angl., pod nauch. red. V.V. Gushchina. – SPb: Professiya, 2007. – S. 36, 39-41.
6. *Himicheskij sostav rossijskih pishchevyh produktov: spravochnik* / Pod red. I.M. Skurihina, V.A. Tutel'jana. – Moskva: DeLiPrint, 2002. – 236 s.
7. Barbut, S., Marangoni, A.G., Thode, U. and Tiensa, B.E. (2019), Using Canola Oil Organogels as Fat Replacement in Liver Pâté. *Journal of Food Science*, 84: 2646-2651. DOI: 10.1111/1750-3841.14753.
8. Bilska A., Kobus-Cisowska J., Kmiecik D. et al. Cholinesterase inhibitory activity, antioxidative potential and microbial stability of innovative liver pâté fortified with rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*). *Electron J Biotechnol* 2019;40. <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2019.03.007>.
9. De Carli, C. Production, physicochemical stability of quercetin-loaded nanoemulsions and evaluation of antioxidant activity in spreadable chicken pâtés / Cynthia de Carli, Marília Moraes-Lovison, Samantha C. Pinho // *LWT*. – 2018. – Vol. 98. – P. 154-161. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.037>.
10. Momchilova, M. Inulin and lentil flour as fat replacers in meat-vegetable pate – a mixture design approach / Maria Momchilova, Dilyana Gradinarska, Todorka Petrova [et al.] // *Carpathian journal of food science and technology*. – 2019. – Vol. 11. – № 3. – P. 5-14. DOI: 10.34302/cptjfst/2019.11.3.1.

E-mail: tpp@vstu.ru; niimmp@mail.ru

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 4 (8), 2019

Компьютерная вёрстка: Пономарёва Т.В.
Дизайн, фото: Мосолова Н.И.
Перевод: Суркова С.А., Шерстюк Б.А.
Издаётся с 2018 г. Выходит 4 раза в год.

Адрес редакции: 400131, г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6.
Тел.: 8 (8442) 39-10-48, 8 (8442) 39-11-42.
E-mail: niimmp@mail.ru
Website: www.volniti.ucoz.ru

Подписано в печать 25.12.2019. Формат 60x84¹/₈.
Усл. печ. л. 11,6. Тираж 500 экз. Заказ 51.
Издательско-полиграфический комплекс
ФГБНУ Поволжский НИИММП
400131, г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6.

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Issue No. 4 (8), 2019

Desktop publishing: Ponomareva T.V.
Disign, foto: Mosolova N.I.
Translation: Surkova S.A., Sherstyuk B.A.

Published from 2018. Published 4 times a year.

Tel.: +7 (8442) 39-10-48, +7 (8442) 39-11-42.
E-mail: niimmp@mail.ru
Website: www.volniti.ucoz.ru

Signed in print 25.12.2019. Printing format 60x84¹/₈.
Conventional printed sheets 11,6. Circulation 500 copies. Order 51.

Publishing and printing complex of VRIMMP
400131, Volgograd, Rokossovskogo st., 6.